ZEITSCHRIFT
FÜR
PHYSIK UND MATHEMATIK.

I.

Die Einwürfe des Herrn Prof. *Weiſs* gegen die naturhistorische Methode der Mineralogie;

beantwortet von

Friederich Mohs.

Es hat dem Hrn. Professor *Weiſs* in Berlin, indem er sein Mineralsystem, nebst einer Einleitung über die Bildung des natürlichen Systems, bekannt macht *), gefallen, besondere Rücksicht auf das naturhistorische Mineralsystem zu nehmen, welches ich in mehreren meiner Schriften zu entwickeln versucht habe. Ich bin dem Verfasser für diese Auszeichnung verbunden, und glaube ihm dadurch den besten Beweis meiner Erkenntlichkeit geben zu können, daſs ich seinem Aufsatze eine gleiche Aufmerksamkeit widme, die wichtigsten Begriffe desselben berichtige, und die darin enthaltenen Angriffe und Einwendungen gegen das naturhistorische System widerlege. Ich habe mich auf solche Widerlegungen bisher nie eingelassen, obwohl ich oft dazu veranlaſst gewesen wäre; eines Theils, weil die Absicht der Angriffe offen vor Augen lag, andern Theils, weil ich weiſs, daſs die Urheber derselben nicht zu überzeugen sind, und der Unparteiische, dem daran liegt, die Wahrheit zu finden,

*) Archiv für Mineralogie, Geographie, Bergbau und Hüttenkunde. Erster Band, erstes Heft, S. 5.

wenn er die nöthige Einsicht dazu besitzt, nichts bedarf, als eine gründliche Vergleichung meiner Sätze, mit dem, was gegen sie eingewendet worden ist. Noch weniger habe ich selbst eine Person, oder ein Lehrgebäude angegriffen. Das erste nicht, weil ich dazu nicht geneigt bin; das andere nicht, weil mir keines im Wege gestanden, durch dessen Hinwegräumung ich der naturhistorischen Methode hätte Raum verschaffen müssen, und, um aufrichtig zu reden, weil die meisten auf so schwachen Füſsen gestanden haben und stehen, daſs es überflüssig wäre, ihren Boden zu untergraben, um ihren Einsturz herbei zu führen. Hr. *Weiſs* ist ein Mann, dessen Kenntnisse und Einsichten in der Mineralogie ich ehre, und dem ich keine andere Absicht zutraue, als die Aufklärung der Wahrheit und die Beförderung ihrer Verbreitung. Dieſs wird die gegenwärtige Ausnahme von meiner bisher befolgten Maxime erklären, und mich vielleicht in den Stand setzen, sie künftig desto ungestörter beibehalten zu können. Ich werde die Abhandlung des Hrn. *Weiſs* vollständig und genau durchgehen, mich dabei an die Folge seiner Sätze in den §§. halten, weſswegen mir der Leser einige Wiederholungen, Mangel an Zusammenhang u. d. gl. zu Gute halten wird, diese Sätze mit der Gründlichkeit und dem Ernste untersuchen, welche der Gegenstand erfordert, alle Persönlichkeit dabei entfernen und, indem ich einerseits die Achtung gegen den Verfasser nicht verletze, andererseits die Wahrheit dadurch achten, daſs ich sie mit aller Freimüthigkeit zu erkennen gebe.

Hr. *Weiſs* erklärt §. 1: »ein natürliches System sey »dasjenige, welches die Zusammenstellung und Sonde»rung der von ihm darzustellenden Naturkörper mit Be»rücksichtigung der gesammten Natur derselben anord»net, folglich keine ihrer Eigenschaften unerwogen läſst.

»um den Körpern ihre richtige Stelle im Systeme anzu »weisen.« Ein System ist das Product oder das Resultat einer Wissenschaft *), und läſst sich in Hinsicht auf seine Richtigkeit und die Consequenz seiner Ausführung nur nach dieser beurtheilen. So das System der Botanik nach der Naturgeschichte des Pflanzenreiches, so das *naturhistorische* System der Mineralogie nach der Naturgeschichte des Mineralreiches. Was ist nun die Wissenschaft, deren consequente Folge ein System von den Eigenschaften seyn kann, welche Hr. *Weiſs* von dem natürlichen fordert? Die Naturgeschichte kann es nicht seyn, das leuchtet ein. Denn diese, obwohl Zusammenstellung und Sonderung der darzustellenden Naturkörper ihr Geschäft ist, betrachtet bloſs die naturhistorischen Eigenschaften, und zwar *lediglich* zum Behufe der *Darstellung* des Einzelnen und Ganzen, und zum Behufe der Bestimmung des erstern; die Naturlehre (Physik mit Inbegriff der Chemie) auch nicht, denn diese, indem Zusammenstellung und Sonderung, überhaupt *Darstellung der Naturkörper*, ihr Geschäft *nicht* ist, kann auch die Eigenschaften, welche sie an denselben betrachtet, nicht zum Behufe der Darstellung, sondern muſs sie zur *Erklärung* der Erscheinungen anwenden, welche diese Körper, es sey in ihrem ursprünglichen oder in einem veränderten Zustande, darbieten, d. i. zur Erforschung der Kräfte, durch welche diese Erscheinungen hervorgebracht werden, und der Darstellung der Gesetze, nach welchen diese wirken; womit die Naturgeschichte nichts zu thun hat. Auſser der Naturgeschichte und Naturlehre gibt es aber keine *Naturwissenschaft*. Anstatt hieraus die harte Folge zu ziehen, welche, in Berücksichtigung der Eigenschaften, die ein Inbegriff von Erkenntnissen

*) Hrn. *Van der Null's* Mineralien-Cabinett. Einl. S. V.

besitzen muſs, wenn er würdig befunden werden soll, *eine Wissenschaft* genannt zu werden, gleichwohl nicht unrichtig, sondern sogar nothwendig seyn würde: daſs die Wissenschaft, deren Product ein natürliches System im Sinne des Verf. seyn könnte, keine der Naturwissenschaften sey; wollen wir lieber annehmen, daſs sie aus der Verbindung beider entstehe. Ohne Zweifel (ich denke, Hr. *Weiſs* wird dieſs zugeben) muſs eine jede Wissenschaft *eigenthümliche* Principien enthalten, widrigenfalls kein Grund vorhanden wäre, sie als besondere, für sich bestehende, Wissenschaft zu betrachten. Die Verbindung zweier Wissenschaften erfordert aber eine Verbindung der beiderseitigen Principien nach einem bestimmten und unwandelbaren Verhältnisse. Allein diese (wenigstens die einen oder die andern) würden aufhören Principien zu seyn, wenn sie eine solche Verbindung gestatteten: um so mehr, wenn das erwähnte Verhältniſs das Verhältniſs der Unterordnung wäre. Die Bestimmung dieses Verhältnisses setzt Hrn. *Weiſs*, wie die Folge lehren wird, in nicht geringe Verlegenheit, und eröffnet der Willkür (Convenienz u. s. w., siehe mehrere der folgenden §§.) das Thor. Bald gesteht er dem einen, bald dem andern das Übergewicht zu, und zwar unter Bedingungen, die ebenfalls willkürlich sind (§. 10), und dieſs veranlaſst die Discussionen (§. 8), auf welche ich weiter unten zurückkommen werde. Die Wissenschaften gestatten allerdings eine Verbindung, aber nur eine solche, welche ihre Folge in der Anordnung zu einem *Systeme* betrifft, keineswegs der Art, wie sie aus einer Vermischung ungleichartiger Erkenntnisse entspringt, die aus dem Zusammenflieſsen ungleichartiger Principien hervorgeht. Wer einen Begriff von einem Systeme besitzt, wird wissen, daſs dieser Begriff gewisse Einheiten voraussetzt, aus deren Verknüpfung

nach einem Principe das System entsteht. Das System der Wissenschaften kann also nicht bestehen, wenn nicht die einzelnen Wissenschaften, wie ihre Beschaffenheit es mit sich bringt, scharf und genau von einander gesondert sind, und in ihren bestimmten Grenzen gehalten werden, und verwandelt sich in ein Chaos, was freilich mehreren Mineralogen sehr bequem scheint, aber Niemand befriedigen kann, dem es um Reinheit, Präcision und Klarheit seiner Begriffe zu thun ist. Hr. *Weiſs* legt sich, zur Verständlichkeit der obigen Erklärung, durch diese Erklärung die Aufgabe vor: Die Wissenschaft, aus der ein natürliches System *seiner Art* die Folge seyn könnte, gemäſs den Forderungen, welche die Logik an jede Wissenschaft thut (Forderungen, welchen ich in meinem Grundrisse der Mineralogie überall nachzukommen bestrebt gewesen bin, und die also beispielsweise, denn ich habe mir auch hierin Grenzen gesetzt, daraus zu entnehmen sind), zu entwickeln, und macht sich zu der Auflösung derselben verbindlich, indem er die bestehende Trennung und Unterscheidung der Naturwissenschaften niederreiſst, und folglich alles durch einander wirft. Er würde aber gleichwohl, wenn ein Unternehmen dieser Art je gelingen, d. h. eine Wissenschaft von dieser Beschaffenheit zu Stande gebracht werden könnte, dadurch nicht viel ausgerichtet haben, weil aus einer solchen Wissenschaft keine Erkenntnisse hervorgehen können, welche nicht auf dem bisherigen Wege leichter, schneller und sicherer zu erreichen wären: auf demjenigen nämlich, auf welchem man die Mineralien *zuvor* naturhistorisch betrachtet, sie dadurch in jeder naturhistorischen Hinsicht genau bestimmt, und sich *dann*, nämlich wenn man dieſs gethan, zur Erklärung der Erscheinungen, welche die so bestimmten Gegenstände darbieten, an die Naturlehre, vielleicht mit

vorzüglicher Berücksichtigung der Chemie wendet. (Grundriſs, Einleitung, S. III.) Es ist schlechterdings nicht einzusehen, was auf diesem Wege vermiſst, auf jenem gewonnen werden könnte. Aber es ist wohl einzusehen, daſs so wie dort Einfachheit und Klarheit, hier Verwicklung, Dunkelheit, Zweifel und Unsicherheit jeden Schritt begleiten würden, und daſs man nur aus langer Gewohnheit, Vorurtheil, oder aus Gründen, die noch weniger werth sind, die alte mineralogische Heerstraſse (denn es ist nichts Neues an der ganzen Sache) noch betreten kann, nachdem die neue Bahn eröffnet ist.

Hieraus geht die Richtigkeit des Begriffes eines Systemes, welches der obigen Erklärung entsprechen soll, deutlich hervor, und ich würde mein Geschäft als beendiget ansehen dürfen, wenn mir daran läge, oder wenn es mir genug seyn könnte, dieſs dargethan zu haben. Es liegt mir aber auch ob, die Einwendungen gegen das naturhistorische Mineralsystem zu entkräften; und dieſs ist, obgleich ich mich aller Kürze dabei befleiſsigen werde, nicht so geschwind abzuthun, weil es leichter ist eine Menge ungegründeter Behauptungen aufzustellen, als sie gründlich zu widerlegen.

Hr. *Weiſs* erklärt im Verfolge dieses §., was er ein künstliches System nennt, nämlich ein solches, »welches irgend eine Eigenschaft von dem Einflusse auf die Bildung des Systemes ausschlieſst, oder irgend anderen ausschlieſslich folgt.« Er setzt hinzu: »Ein naturhistorisches Mineralsystem wird eben so ein künstliches seyn, wenn es die chemische Betrachtung der Mineralien von der Systembildung ausschlieſst, als das chemische es ist, wenn es lediglich nach chemischen Eigenschaften und nach chemischen Begriffen ordnet.« Es hat wenigstens den Anschein, daſs es die einzige Absicht dieser Erklärung sey, das naturhistorische Mi-

neralsystem mit einem künstlichen Systeme zu vergleichen, denn zu etwas anderem möchte sie schwerlich gebraucht werden können. Das naturhistorische System würde aber aufhören ein naturhistorisches, das chemische ein chemisches zu seyn, wenn sie andere als die Eigenschaften in Erwägung zögen, nach welchen sie benannt sind. Überdieſs, wer kennt *alle* Eigenschaften der Naturkörper oder nur eines einzigen? Das System, welches der Verfasser ein natürliches nennt, würde demnach eben so gut ein künstliches seyn, als jedes andere, *wenn es nur ein System seyn könnte.* Das naturhistorische Mineralsystem ist nicht deſswegen ein sogenannt natürliches System, weil es *alle* naturhistorischen Eigenschaften berücksichtiget, sondern weil es *der Natur in den betrachteten Verhältnissen entspricht.* Denn es könnte ausschlieſslich naturhistorische Eigenschaften, und es könnte sie alle (so wie jedes System überhaupt Eigenschaften von einerlei Art) betrachten, wodurch die Möglichkeit desselben, als System, bedingt wäre, und keine derselben ausschlieſsen, ohne deſshalb der Natur zu entsprechen, und folglich zu verdienen, ein natürliches System genannt zu werden.. Das naturhistorische System legt aber naturhistorisch richtig bestimmte Einheiten zum Grunde, und stellt sie nach dem Principe der *naturhistorischen Aehnlichkeit* zusammen. Dadurch, d. h. durch die *allgemeine* Anwendung dieses Principes, und *keines anderen,* entspricht es der Natur, oder die Natur dem Systeme, und dadurch unterscheidet es sich von den künstlichen, welchen, da sie nicht auf jenem Principe beruhen, die Natur in keinem Falle entspricht. Ein künstliches System gründet sich auf Eintheilung, und setzt daher ein einzutheilendes Ganzes und einen Eintheilungsgrund voraus. Diesen beiden Forderungen ist Genüge zu leisten (Gr. §. 229). Allein die Mannigfaltig-

keit der Natur ist so groſs, daſs sie durch keine Eintheilung erreicht werden kann. Soll überdieſs ein künstliches System seiner Absicht entsprechen, so muſs der Eintheilungsgrund aus einzelnen Merkmalen (Eigenschaften) bestehen, denn sonst wird die Eintheilung verwickelt, und taugt selbst als Eintheilung nicht. Der Unterschied zwischen den natürlichen und den künstlichen Systemen ist also *ein anderer, als der, welchen Herr Weiſs angibt* (was indessen nicht die einzige *Unrichtigkeit in Absicht der Darstellung der Gegenstände* ist, von welchen der Verfasser redet, die wir im Verfolge dieser Schrift antreffen); und da überdieſs eine Eintheilung kein System ist, so ist es überflüssig, diese Unterscheidung und die mit derselben verbundenen Benennungen länger beizubehalten (Gr. a. a. O. Anm.). Denn wer im Stande gewesen ist, ein *wirkliches System* hervorzubringen, der hat auch ein *natürliches*, d. h. ein solches, welchem die Natur entspricht, hervorgebracht, es gehöre zu welcher Wissenschaft es wolle.

Was Hr. *Weiſs* §. 2 von der Bildung der künstlichen Systeme sagt, ist im Allgemeinen richtig, und dem genannten §. des Grundrisses ziemlich gemäſs. Es lautet:

»Käme es dem Mineralogen auf ein künstliches System an, so würde für ihn gewiſs keines zweckmäſsiger, einfacher, auf theilweise Naturbetrachtung besser gegründet seyn, als das krystallographische. Die allgemeinen Abtheilungen der verschiedenartigen Krystallsysteme liegen offen und charakteristisch mit ihren sprechenden Zügen Jedem vor Augen; um in einer jeden Abtheilung das Speciellere zu ordnen, bedürfte es nicht einmal, andere Eigenschaften mit einzumischen; Berücksichtigung der blättrigen Structur und der specifischen Winkel würden eine bequeme Ordnung auch

»unter dem, was in einer Abtheilung beisammen ist, »herbeiführen. Aber — die unkrystallinischen Massen »gehörten nicht in ein solches System, und die undeut- »lich krystallinischen würden eine zweifelhafte Stellung »darin erhalten. Da nun aber wohl der Krystallograph, »nicht aber der Mineralog, die unkennbar krystallini- »schen und die unkrystallinischen Mineralien aus dem »Gesichte verlieren darf, so reichen die obigen natur- »historischen Eigenschaften nicht aus, um unter ihnen »die wesentlichen Verschiedenheiten, oder das wesent- »lich Gleichartige aufzufinden. Härte und Schwere, jene »schon von dem ältesten unter den neueren Krystallo- »graphen, von *Romé de Lisle (Cristallogr. t. I. p. XVI* »und *des caractères exterieurs des minéraux, Paris* 1784, »*p.* 6 *etc.)* nächst der krystallographischen Structur als »die Grundlage eines naturhistorischen Mineralsystemes »bildend bezeichneten Eigenschaften, geben keine hin- »reichenden Unterscheidungszeichen mehr ab; alle an- »dern physikalischen — im Gegensatze der chemischen — »leisten nur partielle Dienste; und es wird dem Mine- »ralogen in diesem Felde, auch wenn er von der gröfs- »ten Ausscheidung der chemischen Betrachtungen ange- »fangen hätte, zum nothwendigen Bedürfnifs, zu ihnen »zurückzukehren, und sie zur Entwickelung der we- »sentlichen Unterschiede in den Substanzen, da, wo ihre »naturhistorischen Eigenschaften schweigen oder in »allzugrofse Gleichförmigkeit der äufsern Erscheinung »versinken, zu Hülfe zu rufen.«

»Umgekehrt gäbe und gibt die chemische Betrach- »tung, zur alleinigen Basis eines künstlichen Systemes »gemacht, das, obwohl ein künstliches, für den Che- »miker eben so genügend und zweckmäfsig ist, als für »den Krystallographen das krystallographische — wie- »derum nur chemische Begriffe, weit entfernt von den

»naturhistorischen Gattungsbegriffen, welche schlecht-»hin der wichtigste Gegenstand der Mineralogie sind.«

Der einzige Gegenstand, auf welchen ich hier besondere Rücksicht zu nehmen veranlafst seyn könnte (denn es möchte viel Zeit, wenn auch nicht viel Mühe erfordern, alles, was dieser §., besonders gegen das Ende enthält, ins Klare zu setzen), würde *die Zulänglichkeit der naturhistorischen Eigenschaften zur vollständigen Ausführung der Naturgeschichte des Mineralreiches seyn.* Allein, mein Grundrifs enthält nicht nur, sondern *ist* der ausführlichste Beweis davon, und es wäre also überflüssig, ein Wort darüber zu verlieren.

Ich übergehe daher den Inhalt dieses §. hier, da überdiefs der Verfasser auf die Gegenstände desselben, die ich nicht übergehen könnte, in der Folge im Detail zurückkommt, und benütze diese Gelegenheit, um von der naturhistorischen Ähnlichkeit, die ich vorhin erwähnt habe, und in der Folge oft zu erwähnen veranlafst seyn werde, von welcher indessen, was sie ist, und wie sie angewendet wird, der Leser im Grundrisse wenigstens das nothwendigste findet, kürzlich etwas anzuführen, was ich dort nicht berührt habe. Diefs ist die *Wichtigkeit*, welche derselben von allen Naturforschern beigelegt wird. Den Beifall, welchen das *Werner*'sche System erhalten hat und verdient, dankt es blofs der Berücksichtigung der naturhistorischen Ähnlichkeit, deren Spuren darin unverkennbar sind, so wie der Tadel, der das *Linne*'sche System hin und wieder getroffen, blofs die Hintansetzung derselben zum Grunde hat. Und wenn man in den chemischen Systemen dem electronegativen Bestandtheile den Vorzug vor dem electropositiven gibt (es ist hier nicht die Frage, ob man das thun soll oder nicht), weil die Zusammenstellung nach dem erstern der Natur mehr gemäfs ist, als nach dem zwei-

ten; was ist denn hier das eigentliche Princip der Classification? Weder der eine noch der andere jener Bestandtheile, sondern die naturhistorische Ähnlichkeit, von der es freilich schwer einzusehen seyn möchte, was die Chemie mit ihr zu thun hat. Eben so ist, wenn man von formgebenden oder formbestimmenden Bestandtheilen, welche auch oft charakterisirende sind genannt worden, redet, die naturhistorische Ähnlichkeit untergeschoben. Der Bestandtheil bestimmt die Form, sagt man, und glaubt nach dem Bestandtheile zu classificiren. Allein es ist nicht so. Die Form bestimmt den Bestandtheil, und man classificirt gemäfs der naturhistorischen Ähnlichkeit. Hat endlich das natürliche System des Verfassers Beifall von denkenden Naturforschern zu hoffen, so kann sich dieser auch nur auf die Anwendung gründen, welche das Princip der naturhistorischen Ähnlichkeit darin gefunden hat.

Der Anfang vom §. 3 enthält nichts wichtiges, und ich führe ihn nur der Vollständigkeit und des Zusammenhanges wegen wörtlich an. Es heifst:

» So lange die Anzahl der zu unterscheidenden Mi-
» neraliengattungen so mäfsig blieb, wie bisher, war das
» Bedürfnifs eines genauen und bequem zu handhaben-
» den Registers als das vorzügliche Verdienst und ge-
» wissermafsen die Rechtfertigung der Aufstellung eines
» künstlichen Systemes (ganz anders als in der Zoologie
» und Botanik, welche unter der Fülle des zu Unter-
» scheidenden, sonst nur in einem chaotischen Zustande
» geblieben wären) im Gegentheile sehr geringfügig, fast
» nur für den ersten Anfänger vorhanden, also der Werth
» eines solchen Systems auch nach den Diensten, die es
» leistete, gemessen, sehr gering. Mit steigender An-
» zahl der unterschiedenen Mineraliengattungen wächst
» dieses Bedürfnifs unläugbar; doch wird das einfachste

»Verfahren, auch bei der künstlichen Systembildung, »welche in eben dem Maſse jedenfalls noch vor der Aus-»bildung eines natürlichen Systemes Bedürfniſs bleiben »wird, jederzeit den Vorzug verdienen, dagegen jede »Künstelei im künstlichen Systeme zu vermeiden seyn.«

Wenn es erlaubt wäre, bei wissenschaftlichen Angelegenheiten an etwas zu denken, was nicht zur Sache gehört, so würde ich in dieser Stelle das zu erkennen glauben, was man im gemeinen Leben Anspielungen nennt, nämlich auf das naturhistorische Mineralsystem, also auf mich; und habe darin um desto mehr Grund gefunden, sie zu übergehen.

Im Verfolge dieses §. aber sagt der Verfasser:

»Kommt es auf die Abfassung eines genauen und »brauchbaren Registers an, und soll ein System, wie »das *Mohs* sche, auf Berücksichtigung von krystallinischer »Structur, Härte und Schwere, nach *Romé de l'Isle's* »Vorgange, gegründet werden, so ist die Sache gethan, »z. B. durch Abfassung von so viel Tabellen, als es »Krystallsysteme gibt, und Eintragung der entsprechen-»den Grade von Härte und Schwere, der einen etwa in »verticalen, der andern in horizontalen Columnen in jede »dieser mit der allgemeinen Rubrik eines Krystallsystems »versehenen Tabellen.« Ich sehe, denn das gibt der Zusammenhang, daſs das naturhistorische Mineralsystem ein Register genannt wird, welches ausschlieſslich auf die genannten drei Eigenschaften gegründet ist. Eine Eintheilung kann ein Register genannt werden, und man pflegt dieſs zu thun. Aber das naturhistorische Mineralsystem ist so weit von allem entfernt, was Eintheilung heiſst, daſs es sogar die Eintheilung der Specierum (Gattungen nach Hrn. *Weiſs*) in Subspecies nicht duldet (Gr. §. 222). Auch ist es keineswegs *ausschlieſslich* auf jene drei Eigenschaften gegründet, obgleich sie, *nebst*

den übrigen, mit Recht in die gehörige Anwendung gebracht worden sind. Könnte Hr. *Weiſs* mir indessen ausser diesen noch eine *brauchbare* naturhistorische Eigenschaft angeben, so würde ich ihm dafür sehr verbunden seyn, und meinen Dank durch die Anwendung derselben bekräftigen. Ich wäre genöthiget, zu viele Stellen des Grundrisses anzuführen, um das obige überall nachzuweisen, und nenne daher nur §. 219, welcher die Constructionen der naturhistorischen Species betrifft: der Einheit, welche Hr. *Weiſs* selbst als die Basis des Systems anerkennt. Schon im zweiten §., dessen Inhalt ich übergangen, läſst Hr. *Weiſs* den Leser errathen, daſs das naturhistorische Mineralsystem »nach *Romé de* »*l'Isle's* Vorgange« gebildet sey, vielleicht weil, was man durch eigenen Scharfsinn herausbringt, einen tiefern Eindruck macht, als was man von andern hernimmt, und überrascht ihn nur in diesem dritten, mit der Bestätigung der gemachten Entdeckung. Das aber ist Miſsdeutung. *Denn jene drei Eigenschaften sind keinesweges die Grundlage des naturhistorischen Mineralsystemes*, wovon Hr. *Weiſs* sich selbst aus dem Grundrisse überzeugen kann, sobald er will. Es ist nicht schön, eine Sache zu entstellen, um sie tadeln zu können; aber es ist noch weniger schön, dieſs zu thun, um Jemanden den Verdacht aufzuladen, als habe er sich der Verdienste eines Andern angemaſst; denn *Romé de l'Isle's* Abhandlung von den Charakteren der Mineralien halte ich nicht weniger als seine Krystallographie für ein sehr verdienstliches Werk, *obwohl seine Absicht und die meinige gänzlich von einander verschieden sind.* In der *Charakteristik* habe ich Gestalt, Härte und eigenthümliches Gewicht, wie *Romé de l'Isle*, *wo möglich ausschlieſslich*, angewendet, und würde dieſs noch mehr gethan haben, wenn der Zustand der bestehenden Erfahrung es gestattet hätte.

Aber an das, *was die Charakteristik in der Methode der Naturgeschichte* (Gr. §. 12) *ist*, hat *Romé de l'Isle* schwerlich gedacht. Sollte indessen Hr. *Weiſs* von dieser Methode eine so unrichtige Vorstellung haben, daſs er die Charaktere der Specierum von dem Begriffe derselben, d. i. von ihrer Darstellung durch die Schemate, nicht zu unterscheiden zu wissen sich nur das Ansehen geben könnte (der 247ˢᵗᵉ §. des Grundrisses und die daselbst angeführten Stellen aus *Linne's Philosophia botanica* wäre allein hinreichend gewesen, ihn darüber ins Klare zu setzen), so hätte er auch billiger Weise gar nicht darüber urtheilen, oder wenigstens behutsamer Weise sein Urtheil für sich behalten, nicht öffentlich darüber urtheilen sollen. Die vorgeschlagenen Tabellen sind eine Spielerei, von der ich, wenn ich nicht irre, anderweitig schon gehört zu haben glaube. Es kann nichts Brauchbares, am wenigsten etwas, was dem naturhistorischen Mineralsysteme nur von ferne ähnlich wäre, daraus entstehen, und wir wenigstens müssen sie also wohl ihrem Erfinder zur eigenen Benützung überlassen.

Hr. *Weiſs* fährt fort: »Zu diesem« (dem durch die Tabellen zu erreichenden) »Zwecke sind Geschlechter, »Ordnungen, Classen zu bilden ganz überflüssig,« und hat vollkommen Recht. Er kommt nun auf die Geschlechter, Ordnungen und Classen insbesondere, und nennt sie »Aggregat-Begriffe, im Gegensatze derer der natür»lichen Einheiten,« worunter er seine Gattungen versteht. Ob dieser Gegensatz für *diese* Gattungen richtig ist, läſst sich nicht beurtheilen, weil Hr. *Weiſs* den Begriff derselben nicht bestimmt gegeben hat. Enthält dieser Begriff neben den naturhistorischen auch chemische Eigenschaften, so kann er seinem Inhalte nach freilich nichts anders als ein Aggregatbegriff seyn, denn diese beiden verschiedenartigen Eigenschaften gestatten keine

Verbindung in einem Begriffe. Von dem naturhistorischen Begriffe der Species kann man, seinem Inhalte nach, mit Recht sagen, dafs er *kein* Aggregatbegriff, sondern ein wirklich systematischer Begriff sey, denn er stellt den Inbegriff der gleichartigen Varietäten als ein wirkliches System dar, wie die Construction desselben (Gr. §. 217—219) lehrt. In Absicht seines Umfanges (der Gegenstände, auf welche er sich bezieht) ist er aber ebenfalls ein Aggregatbegriff, wie jeder andere, der mehrere Dinge, oder die Verschiedenheit mehrerer Dinge umfafst; und er würde, in diesem Verstande, nicht einmal ein Begriff seyn, wenn er nicht ein Aggregatbegriff wäre. Die ganze Unterscheidung ist also ohne Bedeutung. Der Verfasser erklärt sich über die Aggregatbegriffe weiter: »Der Umfang und der Inhalt eines Aggre-»gatbegriffes aber ist abhängig von den weiteren oder »engeren Grenzen, die man ihm beliebig gibt, ja von »dem immer in etwas arbiträren Verfahren selbst in der »Wahl des zunächst zusammenzustellenden.«

»Der Umfang und Inhalt eines solchen Aggregatbe-»griffes also ändert sich nothwendig mit den durch jede »neue Entdeckung zu erweiternden oder zu verengen-»den Grenzen, so wie mit jedem abgeänderten Dafür-»halten in Beziehung auf die Vorzüge der einen Zusam-»menstellung von denen einer möglichen andern.« Dafs der Umfang der Geschlechter, Ordnungen und Classen von der Erfahrung abhängig sey (nicht wie Hr. *Weifs*, wenn er nicht von seinem eigenen Verfahren redet, es auszudrücken für gut findet, »von den weiteren oder »engeren Grenzen, die man ihm *beliebig* gibt, ja von »dem immer in etwas arbiträren Verfahren selbst in der »Wahl des zunächst zusammenzustellenden«), ist ganz natürlich, denn die Mineralogie ist, wie jeder andere Theil der Naturgeschichte, eine Erfahrungswissenschaft.

und mufs sich in dieser Hinsicht schlechterdings an das halten, was die Erfahrung ihr gibt. Daher sind die Charaktere der Classen, Ordnungen und Geschlechter auch veränderlich (Grundrifs §, 243, und die daselbst angeführte Stelle aus der *Philosophia botanica*), und richten sich nach dem Zustande der bestehenden Erfahrung, nicht »nach jedem abgeänderten Dafürhalten in Bezie»hung auf die Vorzüge der einen Zusammenstellung von »denen einer möglichen andern.« Denn Hr. *Weifs* wird sehen, dafs sein Dafürhalten in den naturhistorischen Begriffen nicht das mindeste ändert, und es ist hier also keinesweges davon, sondern von der richtigen Anwendung der naturhistorischen Ähnlichkeit, dem allgemeinen Principe der Classification in der Naturgeschichte, die Rede, worauf zurück zu kommen Hr. *Weifs* mir in der Folge Veranlassung gibt.

Der Schlufs dieses §. ist mir nicht recht verständlich, wenigstens sehe ich nicht ein, was er hier zu thun hat. Er lautet: »Die gemeinschaftlichen Merkmale sol»cher zufälligen Aggregatbegriffe aber zur Hauptsache »im System zu machen, ihr Auswendigwissen zu verlan»gen, um ein nach krystallinischer Structur, Härte und »Schwere gekanntes Mineral im System aufzufinden, an»statt auf Tabellen der vorerwähnten Art zu verweisen, »das ist ein unzweckmäfsiges Verfahren. Jene Aggre»gatbegriffe aber zur Hauptsache in der Wissenschaft »zu machen, die Begriffe der ächten Natureinheiten zu »einer untergeordneten, und diefs durch die Termino»logie selbst, das ist eine Verirrung, ein den ächten »Forderungen der Wissenschaft gerade entgegengesetz»tes Verfahren.« Freilich ein unzweckmäfsiges Verfahren und eine Verirrung! Aber wer ist der, der so unzweckmäfsig verfährt und sich so verirrt hat? Wer macht die gemeinschaftlichen Merkmale *zufälliger* Ag-

gregatbegriffe zur Hauptsache im Systeme, wer lernt sie auswendig, und wer ist unverständig und thöricht genug, ihr Auswendigwissen zu verlangen? Gegen wen eifert also Hr. *Weiſs*, wenn er bedacht hat, was er redet, und sich nicht Ungeheuer einbildet, um das Vergnügen zu haben, sie siegreich zu bekämpfen? Da das folgende hinreichende Veranlassung gibt, mehrere der hier berührten einzelnen Puncte näher zu beleuchten, so gehen wir einstweilen weiter.

Die systematische Nomenclatur in der Naturgeschichte des Mineralreiches ist Hrn. *Weiſs* ein groſser Dorn im Auge. Er meint §. 4, es sey »eine unglückli»che Nachahmung der botanischen und zoologischen Ter»minologie *), daſs ich statt des einfachen Namens je»des Mineral mit einem aus einem generischen und spe»cifischen zusammengesetzten Namen belegt habe, und »mir in dieser verwickelten Namengebung zu gefallen »scheine.«

Ich glaube nicht, daſs von einer Nachahmung die Rede seyn könne, wenn man einen besonderen Theil einer Wissenschaft, der noch nicht vorhanden war, nach denselben Grundsätzen entwickelt hat, die in jedem anderen Theile, mithin in dem Ganzen, welches aus diesen Theilen besteht, herrschen, oder herrschen müssen; wenigstens würde eine bloſse Nachahmung der Zoologie und Botanik etwas ganz anderes gegeben haben, als *die* Mineralogie, von welcher mein Grundriſs die

*) Schon im vorigen §. (S. 9, erste Zeile) kommt das Wort Terminologie vor, wo Nomenclatur stehen sollte. Unter den Druckfehlern ist dieses nicht angezeigt. Ich kann aber unmöglich glauben, daſs Hr. *Weiſs* im Stande ist, die Nomenclatur mit der Terminologie zu verwechseln, und sehe das Wort Terminologie für nichts als einen Druckfehler an.

Fundamente enthält. Diese Mineralogie bedient sich der systematischen Nomenclatur nicht darum, weil Zoologie und Botanik sich ihrer bedienen, sondern weil sie ein Theil der Naturgeschichte ist, aus deren Begriffe (Grundrifs §. 18, und die daselbst angeführte Stelle aus der *Philosophia botanica*) diese Nomenclatur folgt, und also mit dieser Wissenschaft unzertrennlich verbunden ist. Das wichtigste Phänomen, welches die Natur im Mineralreiche darbietet, ist die naturhistorische Ähnlichkeit (s. oben §. 2); also das wichtigste Geschäft der Naturgeschichte, die es mit Darstellung der Natur überhaupt zu thun hat, die Darstellung dieses Phänomens. Diefs geschieht in der Systematik durch das System, d. i. die Zusammenstellung selbst, in der Nomenclatur durch wörtlichen Ausdruck, vermittelst der Einrichtung der Benennungen, die dem Systeme entsprechen, also systematisch seyn mufs (Grundrifs §. 230). Die Nomenclatur hat daher zwei Obliegenheiten. Die erste ist, die Species zu nennen, und diese hat sie mit der triviellen Nomenclatur gemein; die andere, den Zusammenhang nach Mafsgabe der naturhistorischen Ähnlichkeit auszudrücken, in welchem die bekannte Species mit anderen ihres Geschlechtes und ihrer Ordnung steht. Diefs kann nur, so viel ich einsehe, durch zusammengesetzte Benennungen geschehen, wie in der Zoologie und Botanik; und wenn hierin die Nachahmung bestehen soll, so lasse ich mir gern gefallen, die Zoologie und Botanik nachgeahmt zu haben, denn es ist immer besser, einem anerkannt guten Verfahren zu folgen, als aus Eigensinn ein schlechteres zu erfinden. Dafs ich aufser dem Geschlechte auch die Ordnung ausgedrückt habe, darüber habe ich mich §. 234 des Grundrisses erklärt, und sehe mich durch *Linne's* dort angeführten Ausspruch gerechtfertiget, da in der Mineralogie die Ordnung ein Product

der Classification, nicht einer Eintheilung, wie im *Linne'*schen Systeme ist. Dafs mir aber die systematische Nomenclatur (ich meine damit nicht alle die von mir gebrauchten Namen und Benennungen) gefällt, das läugne ich nicht. Wem sollten nicht Ordnung und Consequenz im Ausdrucke gefallen, wo Ordnung und Consequenz in den Begriffen herrschen? Hingegen, dafs sie vielen Mineralogen nicht gefällt, begreife ich aus ihren Schriften ganz wohl, denn was sollten Ordnung und Consequenz in den Worten, wenn sie in den Begriffen und Sachen nicht vorhanden sind? Den Nutzen der systematischen Nomenclatur habe ich übrigens an mehreren Stellen des Grundrisses gezeigt, und kann ihn also hier übergehen, um Hrn. *Weifs* weiter reden zu lassen.

Hr. *Weifs* glaubt, dafs »die Botaniker und Zoolo»gen den Vorzug, welchen die Mineralogie« (in dem Gebrauche der Trivialnamen) »hat, gern geniefsen, und »jeder Pflanze, jedem Thiere ihren einfachen Namen »lassen würden, wenn es dann möglich wäre, in der »Anzahl aller verschiedenen sich zurecht zu finden; und »dafs sie die obern wissenschaftlichen Abtheilungen, wie »sie es mit den über dem Genus liegenden wirklich thun, »dem wissenschaftlichen Studium als solchen gern vor»behalten würden, ohne sie bei dem Nennen jedes Ein»zelnen im Munde zu führen.« Eines solchen Glaubens bin ich nicht, und wahrscheinlich ist es kein verständiger Zoologe und Botaniker. Es ist überhaupt ein sonderbarer Vorzug, der in einem Mangel besteht. Die Anwendung der systematischen Nomenclatur in der Naturgeschichte gründet sich nicht auf das Bedürfnifs (um sich in der Menge zurecht zu finden), sondern auf die Methode der Wissenschaft: und der Urheber derselben würde sie für eben so nothwendig erachtet haben, wenn er auch nur den hundertsten Theil der Pflanzen, die zu

seiner Zeit entdeckt waren, gekannt hätte. *Fundamentum Botanices duplex est: Dispositio et Denominatio* *). Darum kann die geringe Anzahl der bisher in der Mineralogie betrachteten Specierum die Vernachläſsigung der systematischen Nomenclatur nicht entschuldigen noch weniger rechtfertigen, zumal da sie nur scheinbar ist, und auf einem falschen Begriffe beruht, welchem zu Folge man den gröſsten Theil der unorganischen Naturproducte, die sammt und sonders Gegenstände der Naturgeschichte des Mineralreiches sind, von dieser Wissenschaft ausgeschlossen hat. Den zweiten Theil der angeführten Stelle verstehe ich nicht. Gibt es denn ausser dem wissenschaftlichen Studio der Botanik und Zoologie noch ein anderes, da jenem als solchem die obern wissenschaftlichen Abtheilungen vorbehalten bleiben sollen? Ich kenne keines. Wohl aber kenne ich eine unwissenschaftliche Empirie, die in der Mineralogie besonders viele Anhänger hat, weil die Systeme, welche der Verf. natürliche nennt, und deren bekanntlich bereits mehrere versucht sind, unvermeidlich zu ihr führen. Diese mag thun was sie will, das ist gleichgültig. Sie bedarf der ganzen Wissenschaft nicht, und verlangt, ohne zu fragen warum, nur jedes Mineral zu nennen, wozu ihr der kürzeste Namen der liebste ist. Ich hoffe nicht, daſs Hr. *Weiſs dergleichen* den Zoologen und Botanikern wird empfehlen wollen. Der Schluſs dieses §. enthält noch eine merkwürdige Stelle. Es heiſst: »Die Mineralogie soll überhaupt nicht bloſs Nachahmerin »der Botanik oder Zoologie bei Bildung ihres Systemes »und dessen zu wählenden Stufen seyn; sie soll es um »so weniger, da es gar nicht liquid ist, daſs z. B. *Genus* »und *Species* in beiderlei Wissenschaften gleichen Sinn

---

*) *Phil. bot.* §. 151.

»haben können und sollen. Die Mineralogie ist bei Bil-»dung ihres Systems auf sich selbst gewiesen, und erst »nachdem sie es vollendet hat, wird sich zeigen, in wel-»cher Weise ihre systematische Gliederung, denen der »Botanik und Zoologie zu parallelisiren ist.« Über das erste habe ich mich bereits beim Anfange dieses §. S. 401. erklärt. Im andern berührt Hr. *Weiſs* einen Gegenstand von Wichtigkeit, über welchen man im Reinen seyn muſs, bevor man an die Systembildung selbst geht, und der also in die Propödeutik gehört; dieſs Wort in dem gewöhnlichen Sinne genommen, nicht wie es von einigen Schriftstellern in der Mineralogie gebraucht wird, wo es die *Terminologie* u. s. w. ist. Es ist nämlich die Frage, was Geschlechter und Arten bedeuten, ob dergleichen, wenn Zoologie und Botanik sie enthalten, auch in der Mineralogie vorhanden, und ob die Begriffe derselben überall einerlei sind, und die Wörter *Genus* und *Species* in allen diesen Wissenschaften gleichen Sinn haben? Wenn man zu Rathe zieht, was die Mineralogen (zum Theil auch Zoologen und Botaniker) über diese Begriffe gelehrt, und insbesondere noch neuerlich in Absicht der Vergleichung derer, auf die Producte verschiedener Naturreiche sich beziehender, angeführt und daraus die Folge gezogen haben: »Jede Parallele zwi-»schen belebten und leblosen Naturkörpern sey unstatt-»haft,« so möchte man wohl an der Möglichkeit verzweifeln, Klarheit in diese Sache zu bringen. Allein, an das, worauf es hier ankommt, hat Niemand gedacht. Man hat die Wesen verschiedener Naturreiche verglichen, da man doch die Begriffe derselben hätte vergleichen, und dem Ursprunge dieser nachforschen sollen, und daraus sind die Zweifel entstanden, ob es denn wirklich Genera und Species, ja ob es Individuen im Mineralreiche gebe, die schon oft die philosophischen

Mineralogen beschäftiget haben. Wenn man die Species in der Zoologie und Botanik als bestehend aus solchen Individuen erklärt, welche das Vermögen besitzen, in fruchtbaren Jungen sich fortzupflanzen (besser hätte man gethan, anstatt dieser *Erklärung* den *Erfahrungssatz* aufzustellen: die Individuen einer Species pflanzen sich in fruchtbaren Jungen fort); so gibt es freilich keine Species im Mineralreiche. Wenn man aber erwägt, dafs die Begriffe von dem Individuo, von der Species, von dem Genus u. s. w. in jedem Theile der Naturgeschichte, aus der Anwendung der logischen Begriffe der Identität, der Homogenität und der Affinität, d. i. aus den Begriffen der Einerleiheit, Gleichartigkeit und Ähnlichkeit (Gr. §. 214, 220, 223) entspringen, und dafs man im Denken, wenn man nur denkt, die Vorschriften der Logik überhaupt, und man zum Behufe der Bestimmung der in Frage stehenden naturhistorischen Begriffe denkt, jene logischen Begriffe vor Augen haben mufs, dafs also die ganze Systematik in der Naturgeschichte, und folglich in der Mineralogie, als ihrem Theile, nichts anderes ist und enthält, als die Anwendung dieser Begriffe auf die Gegenstände, mit welchen sie sich beschäftiget; so fällt aller Unterschied hinweg, und die Begriffe der Species des Geschlechtes u. s. w. haben in der Zoologie, Botanik und Mineralogie *vollkommen gleichen Sinn*, denn sie sind *vollkommen einerlei*. Die Mineralogie ist also bei der Bildung ihres Systemes »nicht auf sich selbst,« sondern (vielleicht eine schreckliche Wahrheit für manchen Mineralogen) an die Logik gewiesen, wie die Zoologie und Botanik es ebenfalls sind, und braucht nicht abzuwarten, wie ihre systematische Gliederung ausfällt, um sie mit denen der Zoologie und Botanik parallelisiren zu können, denn diefs alles hat bereits die Logik gelehrt, oder sollte es vielmehr gelehrt haben. Ich beschränke

das Gegenwärtige indessen auf die *naturhistorischen* Begriffe der Species, des Geschlechtes u. s. w., und entscheide nicht, ob es von den Begriffen des Hrn. *Weiſs* ebenfalls gilt. Aber ich sehe es auch nicht für ein gutes Zeichen für das System desselben an, wenn er abwarten muſs, was daraus wird, um zu erfahren, was es ist.

Im fünften §. kehrt Hr. *Weiſs* von der Terminologie *) zur Systembildung selbst zurück. Er erklärt es »für eine Selbsttäuschung, wenn ich mein (das naturhistorische Mineralsystem) mit völliger Verzichtleistung »auf die chemischen Betrachtungen entworfen zu haben »glaube. Geschlechter wie Ordnungen seyen mir nur »unter stillschweigender Bezugnahme auf die Resultate »der chemischen Untersuchungen entstanden, und wären mir wie denn die Bildung von Geschlechtern und »Ordnungen ganz Gegenstand meiner Wahl und meines »Gutdünkens gewesen, so nicht entstanden, wie sie sind, »wenn die Resultate der chemischen Kenntnisse von den »Gegenständen meiner Wahl nicht still geleitet hätten. »Es gäbe kein Geschlecht, welches nicht mehr und nicht »weniger als die Gattungen Titanit« (d. i. prismatisches), »Rutil« (d. i. peritomes) »und Anatas« (d. i. pyramidales Titanerz) »in Ein Geschlecht zusammenfaſste, wenn »hier die Kenntniſs des chemisch gemeinschaftlichen »mit Ausschluſs aller andern nicht vorausgegangen wäre, »und die Grundlage gebildet hätte. Es wären die Haloide nicht von den Spathen durch ihre naturhistorischen Charaktere, so wie sie sind, geschieden worden, wenn die Verschiedenartigkeit der Zusammen-

*) Hier steht wieder Terminologie für Nomenclatur auf derselben Seite des Originals. Es ist also vielleicht kein Druck-, sondern ein bloſser Schreibfehler.

»setzung in beiden mir nicht zu wichtig geschienen »hätte, um nicht bei der freien Wahl der Ordnungen »und ihrer gegenseitigen Begrenzung darauf Rücksicht »zu nehmen;« und meint mit alle diesem der naturhistorischen Methode einen kräftigen Stoſs beigebracht zu haben. Ich verdenke dem Verfasser nicht, daſs er alle Hebzeuge anlegt, diese Methode zu stürzen, *wenn* er die Absicht dazu hat, und es nun einmal so seyn soll; glaube aber ihm und Andern, die geneigt seyn möchten diese Absicht und jene Meinung zu theilen, zeigen zu können, daſs die naturhistorische Methode auch in ihrer Anwendung auf das Mineralreich Stand hält, und daſs das Unternehmen des Verfassers gescheitert und die Mühe vergeblich gewesen sey. Hätte Hr. *Weiſs* behauptet, die Geschlechter und Ordnungen des naturhistorischen Mineralsystems seyen nicht alle gleich gut bestimmt, so würde ich ihm dieſs gern zugeben, so wie ich es im Gr. §. 229 gethan habe. Die naturhistorische Vollkommenheit der Bestimmung der Geschlechter hängt nämlich von dem Zustande und der Kenntniſs der bestehenden Erfahrung ab, und wenn Hr. *Weiſs* mir gezeigt hätte, seine Kenntniſs derselben reiche weiter als die meinige, so würde ich ihm nicht nur nicht widersprochen, sondern seine Belehrung willig anerkannt und zur Verbesserung der Bestimmung der Geschlechter und Ordnungen benützt haben, denn ich weiſs, und bin überzeugt, daſs dieſs nicht eines Menschen Sache, auch nicht das Werk einer kurzen Zeitperiode seyn kann, zumal da man den bei weitem gröſsten Theil der unorganischen Naturproducte von ihrer naturhistorischen Seite noch nicht kennt. Allein, so ist es nicht gemeint. Meine naturhistorischen Geschlechter sollen auf chemischen Gründen und Betrachtungen beruhen, und ich soll den Einfluſs nicht bemerkt haben, den diese auf jene in der

Anwendung gehabt haben, wie das angeführte Beispiel lehrt. Wir wollen zuvörderst sehen, was denn, wenn ein solcher Einfluſs wirklich Statt gefunden hätte, daran Arges und für die Wissenschaft Nachtheiliges und Gefährliches wäre, da hier gar nicht von den *Principien* selbst, sondern von der *Anwendung* derselben *unter den Bedingungen der Erfahrung* die Rede ist, welche durch die Mangelhaftigkeit dieser nicht nur in verschiedenen Graden erschwert, sondern selbst unmöglich gemacht werden kann. Ich bin immer der Meinung gewesen, daſs die chemischen Verhältnisse der Producte des Mineralreiches mit den naturhistorischen in genauem Zusammenhange stehen, nicht sowohl darum, weil die Chemie etwas von diesem Zusammenhange wirklich dargelegt hat, sondern vielmehr, weil die genannten Körper Naturproducte sind, und ich weiſs, daſs in allem, was die Natur hervorgebracht hat, der genaueste Zusammenhang herrscht. Dieſs geht bei mir so weit, daſs ich überzeugt bin, daſs wenn die Chemie, versteht sich aus rein chemischen Principien, zu einem richtigen Begriffe von der Species im Mineralreiche wird gelangt seyn, dieser dem naturhistorischen Begriffe derselben vollkommen entsprechen werde (Gr. §. 225); und obgleich dasselbe von den chemischen Begriffen des Geschlechtes u. s. w. in Beziehung auf die naturhistorischen nicht zu fordern ist (ebendas., denn ein chemisches System kann sich vielleicht auf andere Weise entwickeln als das naturhistorische, was ich hier nicht untersuche), so erwarte ich es doch aus dem oben angeführten Grunde, und die Erfahrung scheint mir nicht zu widersprechen. Wenn ich nun in einem Falle, in welchem die Erfahrung unvollkommen ist, d. h. wo nur wenige Varietäten der Specierum bekannt sind, also die unmittelbare Anwendung der naturhistorischen Principien nicht Statt finden

kann, einer wohl gegründeten Analogie folge, und in der Hoffnung, daſs die erweiterte Erfahrung sie bestätigen werde, und in dem Bestreben, mich so wenig als möglich von der Natur zu entfernen, die chemischen Verhältnisse, in so fern sie den bekannten naturhistorischen, oder diese ihnen nicht widersprechen, in Betrachtung ziehe, stets bereit, von diesem Verfahren abzustehen, sobald die Erfahrung ihm widerspricht: kann dann das ein Verbrechen, kann es eine Verletzung der Grundsätze seyn? wird nicht jeder Vernünftige so handeln, und haben nicht die achtbaresten Naturforscher so gehandelt, ohne zu fürchten, von Hrn. *Weiſs* darüber getadelt zu werden? Und gleichwohl habe ich ein ganz anderes Verfahren beobachtet, welches ich, wenigstens durch ein Beispiel, verständlich zu machen suchen werde.

Der Grundriſs lehrt, daſs bei der Beurtheilung der naturhistorischen Ähnlichkeit die Species als Ganze betrachtet werden müssen (Vorrede S. XI und §. 224), und der Begriff der naturhistorischen Species gestattet dieſs auch durch die Construction, die er (vergl. die oben angeführten §§.) erhalten hat. Ein Begriff, wie der des *Hrn. Haüy* *), gestattet dieſs freilich nicht, denn es ist nichts Mannigfaltiges in ihm enthalten, was durch die Construction entwickelt werden könnte; und ob der Begriff, welchen Hr. *Weiſs* von seiner Gattung sich gebildet hat, es erlaubt, weiſs ich nicht, zweifle aber daran, weil er wahrscheinlich nur in den Worten von Hrn. *Haüy's* Begriffe verschieden ist. Hr. *Weiſs* wird sich ohne Zweifel der Zeit erinnern, da man von dem paratomen Augit-Spathe nur die Varietäten in stumpfeckigen Stücken, Körnern und in eingewachsenen Krystal-

---

*) *Traité de Min. 2de Ed. p. 26.*

len kannte, die ohne weitere Eintheilung (der Gattung in Arten) Augit genannt wurden. Von dem hemiprismatischen Augit-Spathe waren, unter dem Namen der Hornblende, des Strahlsteines und des Tremolithes, mehrere Varietäten bekannt, die damals als verschiedene Gattungen betrachtet, und in verschiedenen Geschlechtern, dem Thon- und Talkgeschlechte, aufgeführt wurden. Wenn wir unsere jetzigen Begriffe von der Species und dem Genus bis zu jener Zeit und dem ihr entsprechenden Zustande der Erfahrung zurück setzen könnten, so würde es selbst damals nicht schwer gewesen seyn, die verschiedenen Varietäten des hemiprismatischen Augit-Spathes in eine Species zu vereinigen, und diese von der Species des paratomen Augit-Spathes bestimmt zu unterscheiden. Allein, würde es wohl Jemanden eingefallen seyn, diese beiden Species in einem Genus zusammen zu fassen, und wenn er es gethan, hätte man wohl glauben können, daſs er andere Gründe, als die chemischen, bei dieser Vereinigung (ich versetze die gegenwärtige chemische Kenntniſs derselben ebenfalls in jene Zeit) berücksichtiget habe? Und gleichwohl hätte er andere Gründe haben *können*, denn die Species des paratomen Augit-Spathes hat sich seitdem in einer Menge von Varietäten, des Coccoliths, Sahlits, Diopsides u. s. w. entwickelt, und diese stellen ein so umfassendes und der Species des hemiprismatischen Augit-Spathes so überaus ähnliches, wenn auch keinesweges absolut vollständiges Ganze (was man aber auch von der Erfahrung nie zu erwarten hat) vor, daſs selbst Hr. *Weiſs*, so hoffe ich wenigstens, keinen Anstand nehmen wird, sie in ein Genus zusammen zu fassen. Sollte indessen an diesem Beispiele noch ein Anstand genommen werden, weil man die bezeichnete Varietät des paratomen Augit-Spathes der sogenannten basaltischen Hornblende zu ähn-

lich finden möchte; wohl, so haben wir wenigstens daraus gelernt, was das *Zufällige* bei diesen Betrachtungen ist, nämlich die Zeitverhältnisse, und nehmen, indem wir von diesen absehen, an, es seyen diejenigen Varietäten des dodekaëdrischen Granates bekannt, welche edler Granat genannt werden, von dem pyramidalen aber die grünen aus Piemont. Unter diesen Varietäten der beiden Specierum ist auch nicht die mindeste Spur eines solchen Grades der naturhistorischen Ähnlichkeit vorhanden, daſs sie zu Folge desselben als die Varietäten der Specierum *eines* Geschlechtes betrachtet werden könnten, und wenn man die einzelnen Eigenschaften, insbesondere Gestalt, Härte, eigenthümliches Gewicht, *also die Charaktere*, in Betrachtung zieht, so ist der Abstand ziemlich genau so groſs, als bei den oben angeführten Titanerzen. Und gleichwohl sind diese Species, *als Ganze* betrachtet, einander nicht weniger ähnlich, als paratomer und hemiprismatischer Augit-Spath. *Wenn man nun dieselbe Erscheinung, das Merkwürdigste, was, wie oben (§. 2) erwähnt, das Mineralreich darbietet, mit und ohne Übereinstimmung der Varietäten in ihren chemischen Verhältnissen*, wenigstens im letzteren Falle nach den jetzigen Ansichten von denselben geurtheilt, *so oft, und im Wesentlichen, doch ohne Einschränkung der Mannigfaltigkeit der Natur* (so daſs also jeder besondere Fall von jedem andern sich unterscheiden wird), *immer auf dieselbe Weise* (so daſs also alle möglichen besondern Fälle dennoch nur einer und derselbe allgemeine sind) *sich wiederholen sieht; soll man sie nicht anwenden, die künftige Erfahrung gleichsam zu anticipiren, soll man sie nicht anwenden, die Titanerze, von deren jedem man nur eine geringe Anzahl von Varietäten kennt, und deren Anzahl selbst sehr gering ist, und leicht sich durch neu entdeckte Species*, von denen ich

eine, das oktaëdrische Titanerz, bereits hinzugefügt habe, und eine zweite, den Brookit, wahrscheinlich hinzufügen werde, sobald ich ihn nicht mehr aus bloſsen Beschreibungen kenne, *vergröſsern kann, in einem Genus zusammenzustellen, da das, was von jeder dieser Specierum bekannt ist, die Vermuthung rechtfertigt, es werde sich, gleich dem paratomen Augit-Spathe, dem dodekaëdrischen und pyramidalen Granate, zu einem Ganzen entwickeln, und alle diese Ganze werden einander in demselben Grade,* doch stets ohne Beeinträchtigung der Mannigfaltigkeit der Natur, *ähnlich seyn, wie der paratome und der hemiprismatische Augit-Spath, wie der dodekaëdrische und pyramidale Granat und wie so viele, und wenn ich nicht irre, alle andern?* Das ist keine Frage. Allein man kann doch bei diesem Verfahren auch irren? Ja wohl kann man das, selbst wenn man auf das behutsamste dabei zu Werke geht, was ohnehin vorausgesetzt wird, und ich behaupte daher nicht, nirgends geirret zu haben. Wenn man aber geirret hat, wer belehrt uns davon? Die Erfahrung. So lange die Erfahrung nicht spricht, ist der Irrthum nicht zu erkennen, also für die Wissenschaft nicht vorhanden; sobald jene spricht, verbessert diese ihn. Der Irrthum ist hier also keinesweges gefährlich, denn, ich ersuche Hrn. *Weiſs,* dieſs nicht unbemerkt zu lassen, *er entspringt nicht aus den Principien, sondern aus der Unvollständigkeit und Mangelhaftigkeit der Erfahrung.* Dieſs ist der Geist der naturhistorischen Methode überhaupt und der Anwendung der naturhistorischen Ähnlichkeit insbesondere in allen Theilen der Naturgeschichte, in der Zoologie, in der Botanik und in der Mineralogie. Denn wenn man in den beiden ersten die Entwickelung einer Pflanze oder eines Thieres in den verschiedenen Lebensperioden und Zuständen abwartet, um daraus die Gleichartigkeit und

Ähnlichkeit derselben zu beurtheilen; so verfährt man genau auf dieselbe Weise. Diese Ähnlichkeit läſst sich freilich (wie das obige Beispiel von den Granaten gelehrt hat, wenn es dazu eines Beispieles bedürfte) nicht auf einzelne Merkmale oder Eigenschaften zurückbringen (Gr. §. 223), und daher nicht nach den Charakteren beurtheilen (§. 247), obwohl Hr. *Weiſs* am Ende der angeführten Stelle, wo er von den Haloiden redet, dieſs zu thun scheint. Welches Genus aus der Ordnung der Haloide könnte denn in die Ordnung der Spathe, welches aus diesen in jene versetzt werden, ohne den Zusammenhang zu vermindern, der unter den Geschlechtern dieser Ordnungen herrscht? Es ist also in dem ganzen Verfahren nicht nur nichts von einer Anwendung der Chemie in der Naturgeschichte des Mineralreiches vorhanden, die allerdings den Principien dieser Wissenschaft nicht angemessen seyn würde, sondern auch nichts von Wahl und Gutdünken, und der Triumph ist vereitelt, den Hr. *Weiſs* durch die Erdichtung derselben für sich und andere bereitet hatte, und den er feiert, indem er ausruft: »Desto besser! so haben wir selbst an dem »folgerichtigsten und sorgfältigst aufgeführten *naturhi-* »*storischen* Mineralsysteme den Beleg, daſs, da es denn »doch ein natürliches werden sollte, es unmöglich war, »die chemischen Thatsachen unberücksichtigt zu lassen. »So künstlich wollte es eben nicht seyn, wie jenes oben »erwähnte krystallographische sich sogleich ausgespro- »chen hätte; und darum gab es die anfänglich beabsich- »tigte streng durchzuführende Scheidung von der Che- »mie in der Ausführung stillschweigend wieder auf.«

Die Lehre, welche aus dem Bisherigen zu ziehen ist, würde ungefähr folgende seyn: Wer ein System angreift, welches bloſs mit seinem Verfasser (d. i. mit dessen individuellen Ansichten) zusammenhängt, und wel-

ches daher kein anderer als dieser *(denn schwerlich werden, wie die Erfahrung lehrt, zwei Autoren in dergleichen Ansichten übereinstimmen)* hätte hervorbringen können, was folglich auch nicht anders als nach dem Namen desselben genannt werden kann, wie etwa das *Werner*'sche, *Haüy*'sche und alle übrigen, in denen eine Vermischung verschiedenartiger Principien vorkommt oder zum Grunde liegt; der hat ein leichtes Spiel, eben weil ein solches System mit keiner wirklichen Wissenschaft (zu welcher man begreiflicher Weise die Oryctognosie, und was ihr ähnlich ist, nicht zählen kann) in Verbindung steht, als deren Resultat, wenn sie auf gewisse Gegenstände der Erfahrung angewendet wird, das System zu betrachten seyn würde. Wer dagegen das naturhistorische Mineralsystem angreift, welches auf reinen und allgemeinen Principien beruht, und daher von Jedem, der Kenntniſs von dem Mineralreiche und den ersten Elementen der Logik und Mathematik besitzt, hätte hervorgebracht werden können; der hat einen harten Stand, und nicht viel zu hoffen, eben weil dieses System unmittelbar mit der Naturgeschichte zusammenhängt, oder das Product der Naturgeschichte, angewendet auf das Mineralreich, ist. Dagegen würde ihm aber auch, wenn es möglich wäre, daſs sein Unternehmen je gelingen könnte, das groſse Verdienst nicht abzusprechen seyn, die ganze Naturgeschichte vernichtet zu haben.

Das Feld ist nun gereinigt, der Boden geebnet, und Hr. *Weiſs* schreitet demnach zu der Aufführung seines eigenen Gebäudes. Es wäre mir angenehm, mich hier von ihm beurlauben zu können, aber *er verläſst mich noch nicht,* und ich *muſs* ihm also dieſsmal wohl folgen. Im sechsten §. beruft er sich auf seine oben angeführten Grundsätze und deren möglichst abgemessene Würdi-

gung bei den Zusammenstellungen und Trennungen der höheren Abtheilungen. Er bemerkt, »daſs er einen sehr »beschränkten Werth darauf« (auf diese Grundsätze) »lege, und daſs er es gar nicht zu verdecken suche, daſs »er Einiges zwar in der systematischen Anordnung der »Fossilien, welcher er folgt, für feststehend und noth»wendig halte, Vieles aber für Sache der Convenienz »nicht für nothwendig, also nur nach dem Maſsstabe der »Zweckmäſsigkeit, der Förderlichkeit für eine gute Über»sicht, zu beurtheilen.« Das ist eine sehr merkwürdige und in der That auffallende Sprache von einem Manne, der mit so vielem Eifer dem Mangel an Consequenz bei der Anwendung der Grundsätze in der Naturgeschichte des Mineralreiches nachspürt, der doch nur scheinbar, und nicht in der Sache, sondern in der Vorstellung gegründet ist, die er sich davon macht. Damit aber ist es nicht abgethan Wenn Hr. *Weiſs* die naturhistorische Methode in der Mineralogie vertilgen will, was schlechterdings nicht angeht, ohne sie in der Zoologie und Botanik auch auszurotten, so muſs er wenigstens eine eben so consequente an ihre Stelle setzen. Er scheint aber einzusehen, dafs die seinige diese Eigenschaft (von anderen wollen wir hier nicht reden) nicht besitzt, und daſs er selbst, da alles locker und lose an ihr ist, nicht im Stande seyn wird, sie zu halten (denn das bekennt er durch das obige, und täuscht sich vielleicht selbst in diesem Bekenntnisse, indem er ihm den Anstrich der offenen Bescheidenheit gibt). Man möchte fast sagen, er gleiche in dieser critischen Lage Einem, der im Sinken wenigstens noch die Befriedigung haben will, einen Andern mit sich in den Abgrund zu ziehen. Hr. *Weiſs* findet am Schlusse des sechsten §. »zwei Stu»fen der Classification über der der Gattungen (Specie»rum) in allen Beziehungen, für die Darlegung natürli-

»cher Verwandtschaften sowohl, als für die leichte und »gute Übersicht vollkommen ausreichend, und nennt die »niedere, den Gattungen näher stehende von beiden *Fami-»lien*, die obere *Ordnungen*.« Wir werden sehen, wie diese Familien und Ordnungen begründet sind.

Die Familien suchte der Verfasser §. 7 zu bilden »zuförderst durch Auszeichnung derjenigen Gattungen, »welche in der Bildung der Gebirgsarten, also in dem gan-»zen Baue der Erde, eine vergleichungsweise wichtigere »Stelle einnehmen.« »So,« sagt er, »kann es Niemand »entgehen, dafs *Quarz*, *Feldspath*, *Glimmer*, *Horn-»blende*, *Granat* unter den kiesligen Fossilien, *Kalk-»spath*, *Gips*, *Steinsalz* nächst dem *Flufsspath*, *Schwer-»spath* unter den salinisch zusammengesetzten Steingat-»tungen hervortreten als natürliche Mittelpuncte für eben »so viele Familien. Die geognostitische Wichtigkeit also »stellt eine gewisse Anzahl sehr von einander abweichen-»der Gattungen an die Spitze von andern für die Bil-»dung eines natürlichen Systemes; und diese anzuerken-»nen wäre eine Forderung, die als mit Nothwendigkeit »geboten an die Bildung eines natürlichen Systemes zu »machen wäre.« Sonderbarer Weise geht der Bildung der hervorzubringenden Familien, aus denen die zweite höhere Stufe erst zusammengesetzt werden soll, eine Unterscheidung der Mineralien in kieslige Fossilien, salinisch zusammengesetzte Steingattungen, und, wie die Folge lehrt, in metallische, man weifs nicht, ob Fossilien, Mineralien oder Steingattungen, voraus, von der man nicht einsieht, wo sie herkommt, und deren Natur ziemlich *chemisch* (s. weiter unten) zu seyn scheint; das Princip, nach welchem die Familien in Hrn. *Weifs's* natürlichem Systeme entstehen, ist hingegen *rein geognostisch:* das Ganze aber das bewundernswürdige Resultat der oben angeführten »möglichst abgemessenen Würdi-

»gung der verschiedensten Eigenschaften der Minera-
»lien bei den Zusammenstellungen und Trennungen der
»höheren Abtheilungen.« Denn was für einen Begriff man sich auch von der Geognosie macht; so wird doch ein Jeder zugeben, daſs die Geognosie die Mineralogie voraussetze, denn der Geognost muſs wenigstens die Species der Mineralien kennen, wenn er ihre geognostische Wichtigkeit beurtheilen will, und ich glaube, eine weit tiefere Einsicht, sowohl in die Mineralogie als in die Geognosie, besitzen, wenn sein Urtheil nur einigen Werth haben soll, da die geognostische Wichtigkeit ein sehr unbestimmter und schwankender Begriff ist; und wie soll er diese Species, das wenigste, was er braucht, kennen lernen, als durch die Mineralogie? Des Hrn. *Weiſs* mit »Nothwendigkeit gebotenes« Princip für die Bildung der Familien hat also nicht nur stark das Ansehen einer Inconsequenz, sondern verdient in der That nicht, daſs wir dabei verweilen, um es an sich und in seiner Anwendung zu prüfen, weil aus dieser Anwendung doch nichts herauskommen kann, als eines der luftigen Phantasiegebäude, dergleichen wir mehrere in verschiedenen, hier nicht anzuführenden Schriften besitzen, und die auſser ihrer gänzlichen Nutzlosigkeit, zumal wenn sie geschickt abgefaſst sind, noch den Nachtheil mit sich führen, daſs sie junge Köpfe, denen sie vorzüglich gefallen, von dem Studio ernsthafter Wissenschaften abziehen. Nur eins wollen wir noch von diesem Principe erwähnen, d. i. seine Allgemeinheit, weil diese von der »Nothwendigkeit« unzertrennlich ist. Darüber hören wir aber den Verfasser selbst im Verfolge dieses §., wo er sagt: »Aber diese mäſsige Anzahl geo-
»gnostisch hervortretender Gattungen, denen freilich
»unter den metallischen bald *Schwefelkies*, *Bleiglanz*,
»*Blende*, *Magneteisenstein*, *Spatheisenstein* u. s. w. sich

»anreihen, reicht doch nicht hin, um mit Zuversicht »natürliche Familien durch die ganze Reihe der Minera- »lien hindurch zu begründen. Wo die geognostischen »Beziehungen keine so unzweifelhaften Aussagen mehr »thun, da können nur die dem Mineral, abstrahirt von »seiner Stelle in der Erde zukommenden, sowohl natur- »historischen als chemischen Eigenschaften die Verglei- »chung leiten, weitere natürliche Verwandtschaften ins »Licht setzen, und die Bildung neuer Familien als »natürlicher rechtfertigen. Wer träfe hier nicht sogleich »auf die natürliche Familie der *Zeolithe*, wenn man auch »nicht versuchen wollte, sie selbst aus dem geognosti- »schen Gesichtspuncte zu rechtfertigen.« Für wen schreibt Hr. *Weiſs?* Was hält er von dem Leser, dem er solche Sachen vorzutragen wagt? Das mineralogische Publikum ist freilich gewohnt, von seinen Authoren manches hinzunehmen, was man dem zoologischen und botanischen nicht bieten dürfte; allein so Etwas von einem Manne zu hören, der so viele reelle Verdienste um die Mineralogie besitzt, der im Einzelnen so manches Wahre und Nützliche mit seltenem Scharfsinn geliefert hat, muſs jeden Leser befremden. Ich habe schon früher gezweifelt, daſs die ganze Abhandlung von Hrn. *Weiſs* herrühre, da sie in mancher Hinsicht so sehr von seinen früheren Arbeiten sich unterscheidet, und diese Zweifel sind mir in diesem §. mit verdoppelter Stärke erwacht. Allein die Umstände, unter welchen der Aufsatz erschienen ist, lassen sie nicht aufkommen. So sey es denn, wie es wolle. Der Leser erkläre es, wie er kann. Wir gehen weiter.

Der Anfang des achten §. leitet die Frage ein, ob der Diamant in die Edelstein-Familie gehöre oder nicht. Hier ist nicht unsere Ordnung der Gemmen verstanden, denn in Beziehung auf diese kann die Frage gar nicht

Statt finden. Die eigenen Worte des Verfassers sind: »Die Edelsteine werden dem Naturhistoriker jederzeit, »nur dem Chemiker nicht, als eine der natürlichsten »Familien erscheinen. Jener Gipfel des Cohäsionszu»standes, jenes Maximum von Härte bei dem höheren »Steingewicht, bei dem Mangel metallischen Ansehens »gern vollkommener Durchsichtigkeit und besonderer »Lebhaftigkeit in den Eigenschaften gegen das Licht, »von welchem aber freilich keineswegs eine chemische »Ähnlichkeit oder Verwandtschaft der Grund ist, worin »im Gegentheil die verschiedenartigsten Stoffe und Zu»sammensetzungen sich begegnen, lassen den Naturhi»storiker wohl mit Recht die Natürlichkeit der Edelstein»Familie behaupten und festhalten.«

»Es frägt sich — und wir kommen hier gleich an »die rechten Spitzen des Controvers —: wie weit geht »die Natürlichkeit der Edelstein-Familie? Darf und mufs »der Diamant den übrigen beigezählt werden?«

Hr. *Weifs* antwortet: »Der Naturhistoriker wird »unbedenklich sagen: ja wohl! er mufs! Der Chemiker: »er kann nicht! er darf nicht!« Die beiden Principien sind also hier mit einander im Widerspruche, die Gesichtspuncte verschieden, aus welchen der Gegenstand betrachtet wird; und der Widerstreit wird nie zu heben seyn, wenn man von dem Demante nicht lernt, *was man aus der Logik hätte lernen sollen*, dafs ungleichartige Principien, folglich ungleichartige Erkenntnisse, nicht in einer Wissenschaft verbunden seyn können. Diefs ist der Ausspruch »des Schiedsrichters, des Philosophen, »der darüber entscheiden könnte,« den es aber »seines »Bedünkens,« sagt Hr. *Weifs*, »nicht gibt.« Er fährt fort: »Wenn noch ein Schiedsrichter aufgerufen werden »könnte, so wäre es (vorausgesetzt, wir nahmen den »Naturhistoriker im beschränkteren Sinne des Wortes)

»der eigentliche Physiker (so fern er nicht schon mit »dem Naturhistoriker einer und derselbe war). Dieser »aber wird freilich den Naturhistoriker jetzt kaum noch »unterstützen; er wird um der Lichtbrechung willen »den Diamant so ungemein abweichend finden gegen al- »les, was sonst Edelstein heifst, dafs er zur Trennung »gar nicht abgeneigt seyn wird.« Der eigentliche Physiker (der nie mit dem Naturhistoriker einer und derselbe seyn kann, dessen Geschäft aber genau das Geschäft des Chemikers ist) kann den Naturhistoriker auf keine Weise unterstützen; denn erstlich gebraucht der Naturhistoriker keine Unterstützung von irgend einer Erfahrungswissenschaft, und zweitens hat die Physik (mit Inbegriff der Chemie, als ihres Theiles) es nicht mit der Classification der Naturproducte, sondern mit der Erklärung ihrer Eigenschaften zu thun, und Hr. *Weifs* hat vollkommen Recht, wenn er sagt: »er,« der Physiker, »wird um der Lichtbrechung willen den Dia- »mant so ungemein abweichend finden gegen alles, was »sonst Edelstein heifst,« und vollkommen Unrecht, wenn er hinzusetzt: »dafs er zur Trennung gar nicht abgeneigt »seyn wird;« denn diefs ist keineswegs sein Geschäft, wenn nicht etwa von Kräften, Naturgesetzen u. s. w. die Rede ist, die er, um Ordnung und Zusammenhang in *seine* Wissenschaft (die Physik) zu bringen, allerdings trennen und zusammenstellen mufs. Doch hören wir weiter: »Und wenn es nun als erwiesen angesehen wer- »den mufs, dafs die Substanz des Diamantes identisch »ist mit der des Graphites, mit reiner Kohle, kann die »Chemie je stärker eine Vereinigung fordern, als eben »hier? — Freilich gibt es wiederum keine stärkeren, »durchgreifenderen Contraste, abgesehen von den che- »mischen Eigenschaften, als zwischen Diamant und Gra- »phit oder den kohligen Fossilien sonst! — und wenn

»dem Naturhistoriker das Recht auf den Diamant in der »Edelstein-Familie entrissen würde, so würde er sich »doch noch sträuben, aus Diamant und Graphit u. s. w. »Eine Familie bilden zu lassen; es würde diefs wie- »derum eine durchaus chemische, eine gar nicht natur- »historische Familie, in welcher Ausdehnung sie ge- »nommen würde, seyn, und der Naturhistoriker mit vie- »lem Anscheine des Rechts gegen sie protestiren!« — Dafs, wie Hr. *Weifs* sich äufsert, die Chemie Kohle mit Kohle vereinigt, wenn sie die Kohle oder den Kohlenstoff abhandelt, ist ganz der Ordnung gemäfs. Sie betrachtet die chemischen Eigenschaften der Kohle, und findet diese an dem Demante wieder, ohne zu fragen ob? und ohne sich darum zu bekümmern, dafs dieses Mineral in eine naturhistorische Ordnung gehöre, in welcher der Kohlenstoff sonst nicht zu Hause ist, d. h. in welcher die Mineralien, die sie vereinigt, keinen Kohlenstoff enthalten. Dafs die Chemie die Stoffe, die übrig bleiben, wenn sie die Mineralien zerlegt, und dadurch bewirkt hat, dafs sie aufhören, *Mineralien* zu seyn, und selbst Aggregate dieser Stoffe, nach gewissen Proportionen, in so fern sie aus *einem* Minerale erhalten werden, classificirt, wer kann etwas dagegen einwenden? wenn sie nur recht weifs, warum und wozu sie diefs thut. *Die Mineralien classificirt sie nicht*, denn die *sind* längst nicht mehr, wenn es bei ihr zur Classification kommt *), und es gehen sie also die Contraste, die sich etwa unter ihnen finden möchten, nicht an. Sie entreifst daher auch dem Naturhistoriker »das Recht auf »den Diamant in der Edelstein-Familie,« worunter hier nichts anderes, als die Ordnung der Gemmen verstan-

---

*) Vergl. Hrn. *Van der Null's* Mineralien-Cabinett, Th. I. S. 3.

den werden kann, keineswegs, und muthet ihm auch nicht zu, »aus Diamant und Graphit u. s. w. Eine Fami-»lie bilden zu lassen,« denn diese würde wiederum, wie Hr. *Weiſs* sehr richtig bemerkt, »eine durchaus chemi-»sche, eine gar nicht naturhistorische Familie, in wel-»cher Ausdehnung sie genommen würde, seyn, und »der Naturhistoriker würde« (nicht nur) »mit vielem »Anschein des Rechts« (sondern mit vollkommenem Rechte) »gegen sie protestiren!« —

Dieſs ist nur eine der oben angeführten Discussionen, von welchen Hr. *Weiſs* sagt: »Daſs sie hier kei-»nesweges zu Ende gebracht werden sollen, wohl aber »angeregt werden müssen, sobald von dem Versuch ei-»nes natürlichen Systembaues die Rede ist; dergleichen,« bemerkt er, »sind es, die bei der, keine scientifische »Betrachtung zurückweisenden Bildung eines natürlichen »Systems unvermeidlich zur Sprache kommen.«

Daſs man überlegt, bevor man an die Ausarbeitung einer Wissenschaft geht, und zur Errichtung des Systems, welches ihr endliches Product ist, schreitet, womit man es zu thun habe, die Principien festsetzt, ihre Anwendung prüft und beurtheilt, ihr Feld ausmiſst, ihre Grenzen absteckt u. s. w., das drückt man mit einem Worte dadurch aus, daſs man sagt, *es müsse der Wissenschaft eine Propädeutik vorausgehen.* Eine solche Propädeutik wird mancherlei Discussionen enthalten, wiewohl schwerlich eine der Art, von welcher Hr. *Weiſs* hier eine Probe gegeben. Denn ehe man consequenter Weise zu einer solchen gelangen könnte, müſsten wohl die Principien ins Reine gebracht seyn, wie daraus folgt, daſs die Principien das Erste, der Anfang, der ganzen Wissenschaft sind. Unter dieser Voraussetzung können aber dergleichen Discussionen gar nicht zu Stande kommen, wie Hr. *Weiſs* durch das, was er in dem gegen-

wärtigen §. anführt, zur Genüge erwiesen. Denn wenn er *den Naturhistoriker* fragt, ob der Diamant zu der Ordnung der Gemmen gehöre, so läſst er ihn antworten: »*ja wohl! er muſs!*« denn dieser hat die Ordnung der Gemmen nach naturhistorischen Principien zu beurtheilen; und wenn er an den *Chemiker* diese Frage richtet, und *dieser den Sinn derselben nicht überlegt*, und glaubt, man wolle von ihm wissen, *ob die Kohle zu den Stoffen gezählt werden dürfe, die man aus der Zerlegung der übrigen Mineralien erhält, welche in die Ordnung der Gemmen gehören*, so muſs die Antwort seyn: »*sie kann* »*nicht! sie darf nicht!*« denn die naturhistorische Ordnung der Gemmen selbst geht ihn nicht an, und *er würde gar nicht geantwortet haben, wenn er die Frage gehörig verstanden hätte.* In Fällen aber, in welchen propädeutische Discussionen Statt finden können, und folglich, darin bin ich mit Hrn. *Weiſs* vollkommen einig, Statt finden müssen, müssen sie auch *vollendet* seyn, bevor man zur Wissenschaft selbst, noch mehr, bevor man zu dem Resultate derselben, dem Systeme gelangt; und wenn man sie nicht vollenden kann, so sind und bleiben sie leeres Geschwätz, welches das Nachtheilige an sich hat, daſs es von Unverständigen aufgegriffen, in die Länge und Breite gezogen, und wohl mancher fähige Kopf dadurch verwirrt und ihm Abneigung und Ekel gegen die Wissenschaft beigebracht wird.

»Weit willkürlicher aber noch« (nämlich als das, was Hr. *Weiſs* im vorigen §. angeführt hat), »denn dort »hofft man doch noch, etwas den Ausschlag mit Noth- »wendigkeit Gebendes zu finden« (freilich nur, wenn man von Principien ausgegangen ist, aus welchen allein etwas mit Nothwendigkeit folgen kann), »weit willkür- »licher,« sagt der Verfasser im neunten §., »erscheint »es, welche Grenzen den bereits mit Sicherheit als na-

»türlich gefundenen Familien gegeben werden sollen!« Ich dächte, wenn die natürlichen Familien bereits *mit Sicherheit* gefunden wären, so wären auch ihre Grenzen gefunden, sonst möchte es um die Sicherheit der natürlichen Familien schlecht stehen. »Und,« fährt er fort, »es ist einleuchtend, daſs eben da, wo die aner»kannte Nothwendigkeit aufhört,« das wäre, wo die Principien keine Anwendung mehr gestatten, »der Will»kür Spielraum bleibt, und daſs es eben so wohl ge»than seyn kann wenigern Familien, und also diese von »gröſserem Umfange, als mehrere Familien, jede also »von geringerm Umfange und um so engerem, klarerem »Bande unter sich, zu unterscheiden und festzusetzen.« Was die Willkür thut, was also ohne Principien geschieht, wen gelüstet in einer Wissenschaft, das zu erfahren? Denn wenn »von Nothwendigkeit des einen und »des andern Verfahrens, da schon nicht mehr, sondern »nur von Zweckmäſsigkeit und Gutheiſsenkönnen,« wenn es einem so beliebt, »die Rede ist,« so hat die Wissenschaft schon aufgehört, und es liegt nichts mehr daran, ob, »wenn auch die Zahl der Familien schon festge»setzt ist, es immer Gattungen geben werde, welche »so die Mitte halten in der Ähnlichkeit mit den Gliedern »der einen oder der andern Familie, daſs es wohl gleich »zuläſsig wäre, sie zur einen oder zu der andern zu »zählen.«

Die ganze Stelle ist gegen die naturhistorischen Ordnungen gerichtet. Diese Ordnungen müssen nach dem Princip der Ähnlichkeit beurtheilt werden, denn sie beruhen auf diesem Principe. Ich habe oben erklärt, daſs wenn Hr. *Weiſs*, belehrt durch Erfahrung, denn dieser allein steht die endliche Entscheidung zu, gefunden, daſs die Ordnungen und Geschlechter des naturhistorischen Mineralsystems nicht vollkommen naturge-

mäſs bestimmt sind, und mir Anleitung gegeben hätte, sie zu verbessern, ich ihm gedankt haben würde. Aber die Principien der Naturgeschichte muſs er nicht wankend oder verdächtig machen wollen, denn dazu ist er, wie er in seiner gegenwärtigen Schrift unumstöſslich bewiesen, nicht der Mann, wenn es auch sonst Einem in den Sinn kommen könnte. Auch kann er keine anderen in die Stelle derselben setzen, denn die ganze Naturgeschichte hat keine anderen, und würde aufhören Naturgeschichte zu seyn, wenn man ihr andere unterschöbe. Ich würde in Wiederholungen gerathen, die ich freilich hier nicht überall vermeiden kann, wenn ich in dieser Materie fortfahren wollte, und begnüge mich, Hrn. *Weiſs* und diejenigen Mineralogen, die etwa darüber weitere Belehrung bedürfen sollten, an die Logik zu verweisen, indem ich den Verfasser weiter reden lasse.

»Solche Nichtnothwendigkeiten, solche arbiträre »Seiten des Systemes soll ein solches, wenn es ein na»türliches seyn, also die Verhältnisse, wie sie und so »weit sie erkannt sind, darlegen soll, keinesweges ver»stecken oder bemänteln, sondern im Gegentheile es »sich zur Pflicht achten, sie kenntlich zu machen und »auszusprechen.« Diese Stelle ist direct gegen mich gerichtet. Wenn Hr. *Weiſs* meinen Grundriſs gelesen hat, so wird er gefunden haben, daſs ich an manchen Stellen von Unvollkommenheiten, Schwächen, von Mangelhaftigkeit u. s. w. geredet, und keineswegs gesucht habe, sie zu bemänteln oder zu verstecken; und wenn er den Grundriſs verstanden hat, welches freilich etwas anders, wiewohl keineswegs schwierig ist, so wird er einsehen, daſs diese Unvollkommenheiten nicht in den Principien, sondern in der Anwendung liegen, und von der Mangelhaftigkeit der Erfahrung herrühren. Diese erweitert und berichtiget sich täglich. Also wird manches sich ändern,

so wie schon manches sich geändert hat. Wo aber ist denn die Erfahrungswissenschaft, in welcher diefs nicht der Fall wäre, und immerdar der Fall seyn wird? Im Verfolge dieses §. sagt Hr. *Weifs:* »Ob also z. B. die »Familie des Quarzes in die engsten Grenzen eingeschlos»sen werden soll, wie wir zuförderst am rathsamsten »erachten, oder weiter ausgedehnt werden, so dafs sie »nach dem Opal, nach dem Haytorit, der ihr auch in »jenem engsten Sinne zufiele, zunächst den Dichroit »mit aufnehmen würde, ist billig schon ein Gegenstand »der Discussion, der nicht vereinzelt, sondern nach »vollständigerem Überblicke wird zu entscheiden seyn. »Und so wird fast jede Familie zu speciellen Erörterun»gen einladen, oder ihrer zur weiteren Rechtfertigung »bedürfen. Und solche Discussionen, gut geführt, wä»ren es, die die Ausbildung des natürlichen Systemes, »und ein Verständnifs darüber unter den verschiedenen »Schriftstellern herbei führen können.« Über die Discussionen im Allgemeinen habe ich mich oben erklärt. Gut geführt werden sie seyn, wenn sie aus Principien geführt sind, ohne welche man, wie wir an dem Beispiele des Hrn. *Weifs*, nach so vielen andern, abermals sehen, nie ins Reine kommt. Diefs ist auch das Mittel, Einverständnifs darüber unter den verschiedenen Schriftstellern herbei zu führen. Ob übrigens das, was Hr. *Weifs* hier sagt, sich auf die Geschlechter oder auf die Ordnungen des naturhistorischen Mineralsystemes beziehen soll, weifs ich nicht, und lasse es daher blofs für *seine* natürlichen Familien gelten. Was aber den Haytorit betrifft, so ist derselbe entweder eine blofse regelmäfsige Pseudomorphose (Afterkrystall) des rhomboëdrischen Quarzes, oder eine eigene Species des Geschlechtes Quarz. Ich habe nur eine einzige Varietät davon gesehen, welche mir Hr. *Tamnau* in Berlin durch

die Gefälligkeit des Herrn Professor *G. Rose* zur Ansicht zu übersenden die Güte gehabt hat, und nicht untersucht, kann also darüber nicht entscheiden. Dagegen gehört der Dichroit ganz gewiſs in das Genus Quarz, wie die unmittelbare Vergleichung lehrt, und würde, in nicht krystallisirten Varietäten, sogar schwer von den Varietäten des rhomboëdrischen Quarzes naturhistorisch zu unterscheiden seyn, wenn er die Eigenschaft nicht besäſse, von welcher der von Hrn. *Weiſs* gebrauchte Trivialname hergeleitet ist.

Der Schluſs dieses §. lautet wie folget:

»Wir werden also Manches, aber bei weitem nicht »Alles, was unsere Familien betrifft, für nothwendige »Stücke eines natürlichen Systemes erklären! — Daſs »die *Reihenfolge* der Familien in den Ordnungen, so wie »der Gattungen in den Familien, keine nothwendige ist, »versteht sich von selbst, da es ohnehin nur eine Ver»letzung, aber eine durch die der Form menschlicher »Rede angepaſste Form des Nacheinander in der Dar»stellung abgenöthigte Verletzung der vielfachen, in ei»ner linienartigen Reihe nicht darstellbaren, netzförmi»gen Verbindung, der Familien innerhalb ihrer Ord»nungen sowohl, als jenseits derselben gegen verwandte »Familien benachbarter Ordnungen ist, sie, wie wir »thun müssen, in eine Reihe zu bringen. Nur Zweck»mäſsigkeit muſs hier wieder die Wahl der Reihenfolge »leiten, wobei immer widernatürliche Trennungen zu »machen unvermeidlich bleibt.« Was Hr. *Weiſs* von dem, was seine natürlichen Familien betrifft, hier nothwendig oder nicht nothwendig erkennen will, darüber können wir mit ihm nicht rechten. Aus dem, was er als seine Grundsätze annimmt, läſst sich alles machen, nur nichts Consequentes, wovon die Folge ein merkwürdiges Beispiel liefern wird. Die Vorstellungen von

netzförmigen Verbindungen, Flächennetzen, körperlichen Netzen u. s. w., welche der Verfasser in Beziehung auf die Reihenfolge der Familien in den Ordnungen (es ist zu bemerken, daſs von den Ordnungen noch nicht die Rede gewesen, sondern diese erst in dem folgenden §. abgehandelt werden) berührt, scheinen mir bisher von wenigem Nutzen gewesen zu seyn, und wenigen Nutzen in der Folge zu versprechen, wahrscheinlich, weil die ihnen zum Grunde liegenden Begriffe von Species, Geschlecht und was sonst etwa berücksichtiget oder nicht berücksichtiget seyn möchte, nicht in dem besten Zustande waren. Denn in der Voraussetzung richtiger Begriffe von diesen wären sie schwerlich entstanden. Wer eingesehen hat, wie aus den Individuen die Species, aus den Speciebus die Geschlechter, aus den Geschlechtern die Ordnungen u. s. f. gemäſs den Begriffen der Einerleiheit, Gleichartigkeit und Ähnlichkeit hervorgehen, wird auch in Absicht der Reihenfolge bald ins Klare kommen, und nicht in die Verlegenheit gerathen, widernatürliche Trennungen zu machen. Die Zweckmäſsigkeit aber wird sich aus der Brauchbarkeit der Classificationsstufen und des Mineralsystemes (Gr. §. 229, S. 432) beurtheilen lassen, ohne welche die ersten unnütz sind, das letzte aber ein überflüssiger Hausrath wird.

»Wenden wir uns zu den Ordnungen. Je höher,« fährt Hr. *Weiſs* §. 10 fort, »und allgemeiner die Classi»ficationsstufe wird, je weiter entfernt sie sich von der »unmittelbaren und mit Nothwendigkeit gegebenen ech»ten Natureinheit, der Gattung; und in dem Maſse wird »die Evidenz und das Schlagende der naturhistorischen »Ähnlichkeiten und Verwandtschaften schwächer, die »Möglichkeit, sie in der einen oder der andern Weise »zu verfolgen und zu verknüpfen wird vielfältiger, und

»daher die naturhistorische Nothwendigkeit der Fest- »setzung bestimmter oberer Abtheilungen kaum noch »ersichtlich, die Willkür bei einem dennoch vorwaltend »naturhistorisch bleibenden Verfahren um so gröſser.« Der Verfasser mengt hier Wahres und Unwahres unter einander, scheint überhaupt in dem Begriffe der Nothwendigkeit sich verwickelt zu haben, und redet der Willkür das Wort, um sie in der Folge desto freier schalten zu lassen. Nur Eins verdient bei dieser Gelegenheit bemerkt zu werden, weil es auf die richtige Beurtheilung des Gegenstandes Einfluſs hat. Nicht die *Species* (Gattung bei Hrn. *Weiſs*) ist die *unmittelbar gegebene* (die übrigen Bestimmungen können hier wegbleiben) Natureinheit, sondern das *Individuum*. Denn die Natur bringt keine Species hervor, sondern bloſse Individuen, gibt aber diesen die Einrichtung, daſs der Begriff der Gleichartigkeit auf sie angewendet, und die Species solchergestalt durch Construction hervorgebracht werden kann, wie der Grundriſs gelehrt hat. Die naturhistorische Ähnlichkeit kommt hier gar nicht in Betrachtung, sondern tritt erst bei der Erzeugung der Geschlechter ein, verliert auch nicht an Evidenz, wenn von Evidenz hier die Rede seyn kann, noch weniger an Naturgemäſsheit (so glaube ich das Schlagende erklären zu müssen), und die Begriffe werden nur, wie das auch ganz recht ist, höhere und höhere, die Vorstellungen umfassendere, und erhalten einen so groſsen Umfang, daſs es schwer wird, ihre *Anwendbarkeit* zu beurtheilen, wenn man nicht die Gegenstände selbst vor Augen hat. (Gr. 228) Doch wir wollen uns bei so allgemein anerkannten Sachen nicht aufhalten, sondern den Verfasser weiter hören, der also fortfährt: »Deſshalb glaube ich, »daſs *so wie* bei der Festsetzung der Gattungen selbst »und bei der Bildung der nächsten höheren Classifica-

»tionsstufe der naturhistorischen Betrachtung die *erste* »Stimme, der Chemie dagegen eine *zweite* und das Recht »des Einspruches gebührt; so *umgekehrt*, bei der höhe-»ren Classificationsstufe, wo die naturhistorische Ähn-»lichkeit eine unsichere Leiterin ist, die Natur der Mas-»sen, die chemische Beschaffenheit derselben, um so »gewichtigere Aussprüche thut, um so wesentlichere »Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten festhalten lehrt. Also »der Chemie folge ich vorzugsweise in der Wahl der »Ordnungen; nicht ohne daſs das Recht des Einspruches »auch hier wiederum der naturhistorischen Betrachtung »bleibe.« Das Unbestimmte und Schwankende dieser Stelle berühre ich nicht, denn der Leser ist schon daran gewöhnt. Die Species (Gattung) und die nächst höhere Classificationsstufe (die Familie) sollen also nach naturhistorischen Principien, die Ordnungen dagegen chemisch bestimmt werden. Auf das beiderseitige Recht des Einspruches nehme ich weiter keine Rücksicht, weil es nur da ist, um den Discussionen den Weg zu bahnen, über welche ich mich im Vorhergehenden bereits erklärt habe. Hr. *Weiſs* scheint aber vergessen zu haben, daſs er zur Bildung seiner Familien oben (§. 7) geognostische Principien angenommen hat. Sind denn diese auch naturhistorische? Ich weiſs wohl, wie es um die geognostischen Principien überhaupt steht, glaube aber nicht, daſs es dazu beitragen wird, sie ins Klare zu setzen, wenn man sie mit den naturhistorischen vermengt. Doch, dieſs alles können wir dahin gestellt seyn lassen, denn es ist bloſser Wirrwarr. Nun aber lehrt die Logik, daſs der ganze Begriff des Geschlechtes in dem Begriffe der Species, d. h. überhaupt der höhere in dem niedrigern enthalten seyn müsse. Wie kann der geognostisch bestimmte Begriff der Familie in dem der naturhistorisch bestimmten Species, selbst, wenn wir bei

dieser Bestimmung mit Hrn. *Weiſs*, aber nicht mit Recht, der Chemie die zweite Stimme und das Recht des Einspruches einräumen, enthalten seyn? und wie in dem geognostisch bestimmten Begriffe der Familie der chemisch bestimmte Begriff der Ordnung? Und wie kann umgekehrt in den Begriff der Familie hineinkommen, was nicht in dem Begriffe der Species, und in den Begriff der Ordnung, was nicht in dem Begriffe der Familie enthalten ist? Dergleichen Inconsequenzen, man kann sie in Wahrheit die gröſsten nennen, welche begangen werden können, sind, obwohl etwas Unerhörtes in andern Wissenschaften, dennoch in der Mineralogie schon vorgekommen. Es ist mir leid, hier sogar an einen Mann denken zu müssen, vor welchem ich übrigens die gröſste Hochachtung habe. Nachdem derselbe sich vollkommen überzeugt hält, daſs die Species naturhistorisch bestimmt werden müssen, fragt er: wie aber gelangen wir zu den Geschlechtern? und antwortet: durch die Chemie, denn diese bestimmt den Plan der ganzen Methode. So wenig der Logik, aus obigen Gründen, angemessen dieſs ist; so ist es doch wenigstens klare Sprache, in der es kein Recht des Einspruches, keine »vorzugsweise« u. d. gl. gibt, und wenn man es also auch eine Inconsequenz nennen muſs, so bleibt doch die gröſste Feindin aller Wissenschaftlichkeit, die Willkür, aus dem Spiele. Doch, vielleicht ist auch dieſs das Ärgste noch nicht.

Hr. *Weiſs* kommt in der Fortsetzung dieses §. zunächst auf einen anderen Gegenstand. »Ich belege,« fährt er fort, »die Ordnungen ganz gerne mit chemi-»schen Namen. Diese Namen sind keine Definitionen. »Man darf aus ihnen nicht allein und ohne Einschrän-»kung urtheilen wollen, was in der so benannten Ord-»nung stehen müsse. Es sind mit einem Worte Namen.

»gebildet durch die überwiegenden chemischen Überein-
»stimmungen; *a potiori fit denominatio.* Diese Regel »ist nicht außer Acht zu lassen, wenn man im Einzel»nen hie und da durch den allgemeinen Namen nicht »ausgesprochene Zusammenstellungen antrifft; Wider»sprüche gegen den Begriff der Ordnungen würde man »nur dann in ihnen finden zu wollen berechtiget seyn, »wenn die Namen der Ordnungen ihre Definitionen wä»ren; das sind sie nicht!« Damit ist genug gesagt, und man könnte es sogar gelten lassen, wenn diese sogenannten Namen Namen wären. Aber es sind, wie die Folge lehrt, Benennungen (Gr. §. 232). Auch als solche sind und sollen sie keine Definitionen seyn, das ist richtig. Allein was fängt man mit ihnen an, wenn das sich von ihnen sagen läßt, was der Verfasser selbst von ihnen sagt? Das werden wir unten sehen. Hr. *Weiſs* fährt fort: »Aber an Übersichtlichkeit ist, glaube ich, »allem Genüge geleistet durch die sehr einfache Unter»scheidung von folgenden sieben Ordnungen:

»I. Ordnung.	Familien	der oxydischen (eigentlichen) *Steine.*	
»II.	»	»	der salinischen *Steine.*
»III.	»	»	der salinischen *Erze.*
»IV.	»	»	der oxydischen *Erze.*
»V.	»	»	der gediegenen *Metalle.*
»VI.	»	»	der geschwefelten *Metalle.*
»VII.	»	»	der *Inflammabilien.*«

Die Familien, welche in diesen Ordnungen enthalten sind, führt Hr. *Weiſs* unter §. 17 an, und wir werden sie dem Leser dort nicht vorenthalten. In dem gegenwärtigen §. fügt er hinzu: »Gewiſs bedarf es nun »nicht noch erst der Classen; die Reihe der Ordnungen »ist so bequem zu übersehen, daſs es keine Art Erleich»terung seyn könnte, von ihnen noch zu einer höheren

»Abtheilung im Systeme aufsteigen zu wollen.« Freilich zu keinen andern, als die schon da, aber wie es scheint, vom Hrn. *Weiſs* übersehen worden sind: nämlich die Classe der *Steine*, die Classe der *Erze*, die Classe der *Metalle*, und die Classe der *Inflammabilien.* Hr. *Weiſs* wird diese Classen wahrscheinlich nicht zugeben wollen, und glaubt sich dagegen durch das verwahrt zu haben, was er von den Namen sagt, die er den Ordnungen beilegt. Allein dieſs kann sich doch nur darauf beziehen, was in den Familien dieser Ordnungen enthalten ist, und ist dann schon schlimm genug. Soll man aber aus diesen Namen nicht einmal schlieſsen dürfen, daſs das zusammengefaſst werden müsse, was in denselben mit einerlei Hauptworte bezeichnet ist, so haben sie gar keinen Sinn. Der §. schlieſst mit folgenden Worten: »So, scheint es, wäre mit den einfachsten, leichtesten »Hülfsmitteln jedem Bedürfniſs der Übersicht begegnet. »Deſshalb gebe ich dieser allgemeinen systematischen »Anordnung vor allen den Vorzug.« Die Hülfsmittel, durch welche man in den Wissenschaften etwas zu Stande bringt, sind die Principien, und diese sind es auch, was Hr. *Weiſs* in dieser Stelle darunter versteht. Wer hat nicht schon die Einfachheit der Principien des Verfassers bewundert, die in seiner Gattung *naturhistorische*, in der Familie *geognostische*, in der Ordnung *chemische*, mit erster und zweiter Stimme, und dem Rechte des Einspruches sind? Leicht mögen diese Hülfsmittel seyn, denn es ist der Vorzug der Willkür, daſs sie keine Mühe macht, und das Abschreckende an den Principien, daſs sie mit unnachsichtlicher Strenge gehandhabt seyn wollen, und eine Consequenz erfordern, die, wenn auch sonst nicht den Naturforschern, doch einigen Mineralogen sehr lästig und verhaſst zu seyn scheint. Hr. *Weiſs* beschränkt sich auf das Bedürfniſs der Übersicht, für

welche leicht etwas gut genug ist. Der Grundrifs aber redet in einem der vorhin schon angeführten §§. noch von einer Anforderung, welche die Naturgeschichte an die systematischen Begriffe und an das System thut. Wie wird's um diese stehen? Hr. *Weifs* wird diefs wohl ein wenig bedenken müssen, bevor er sich berechtigt halten darf, seiner allgemeinen systematischen Anordnung vor allen den Vorzug zuzuschreiben.

(Der Beschlufs folgt.)

II.

Nur bei thermoelectrischen Strömen scheint die Ablenkung der Magnetnadel von der Länge des Leiters abzuhängen;

vom

Professor *Nörrenberg.*

In meinem Aufsatze, III. Bd., S. 257 dieser Zeitschrift *), habe ich die Versuche beschrieben, durch welche ich fand, dafs eine Verlängerung des 80 Meter langen Multiplicatordrahtes um 40 Meter keinen bemerkbaren Einflufs auf die Gröfse der Ablenkung der Nadeln hatte. Ich habe seitdem diese Versuche mit übersponnenen Drähten wiederholt, mit welchen ich den Draht des Multiplicators aufserhalb der Glocke um 240 Meter verlängern konnte, und habe nie einen Einflufs dieser Verlängerung auf die Gröfse der Ablenkung wahrgenommen, wenn die Ablenkung durch einen hydroelectrischen

*) In diesem Aufsatze steht S. 258, Zeile 9 von unten, durch einen Druckfehler, 40 Klafter statt 4 Loth.

Strom hervorgebracht wurde. Die constante Ablenkung, welche bei diesen Versuchen Statt fand, betrug 12 $^{1}/_{2}$°. Der Apparat, welcher den hydroelectrischen Strom erzeugte, bestand aus einem mit destillirtem Wasser gefüllten Fläschchen, durch dessen Korkstöpsel ein Platin- und ein Eisendraht gesteckt waren.

Daſs auch die durch Reibungselectricität bewirkte Ablenkung unabhängig von der Länge des Leiters ist, glaube ich aus folgendem Versuche schlieſsen zu dürfen. Ich verband den Multiplicator auf die in oben angeführtem Aufsatze beschriebene Weise mit den Conductoren der Electrisirmaschine, und beobachtete, bei der wievielsten Umdrehung der Kurbel das Ende der ersten Schwingung der Nadeln Statt fand, so wie auch die Gröſse dieser Schwingung. Nachdem ich gefunden hatte, daſs die Gröſse der ersten Schwingung, welche durch 18 Umdrehungen der Kurbel hervorgebracht wurde, jedes Mal ziemlich genau 50° betrug, so legte ich zwischen das eine Ende des Multiplicators und den vom positiven Conductor herkommenden Leitungsdraht den 40 Meter langen übersponnenen Draht, und erhielt mit derselben Anzahl von Umdrehungen der Kurbel auch wieder dieselbe Gröſse der ersten Schwingung.

Bei Anwendung eines thermoelectrischen Stromes aber, den ich dadurch hervorbrachte, daſs ich zwei Verbindungsstellen eines aus Platin- und Eisendraht bestehenden Kettchens zwischen den Fingern erwärmte, erhielt ich Resultate, welche mit den bis jetzt bekannt gewordenen Beobachtungen fast besser übereinstimmen, als man es bei so ungünstigen Umständen erwarten sollte.

Bei jeder der folgenden drei Reihen von Beobachtungen wurde die erste Beobachtung ohne Verlängerung des 80 Meter langen Multiplicatordrahtes gemacht; bei der zweiten war das eine Ende des Multiplicators um

120 Meter, und bei der dritten um 240 Meter verlängert.

	Erste Beob.	Zweite Beob.	Dritte Beob.
1ste Reihe . .	18°	7°	5°
2te Reihe . .	19°	9°	5°
3te Reihe . .	18°	7°	4°

Modificirt man die beobachteten Ablenkungen ein wenig, so daſs man für die erste und dritte Reihe

$$18^\circ, \quad 7\tfrac{1}{5}^\circ, \quad 4\tfrac{1}{2}^\circ,$$

und für die zweite

$$20^\circ, \quad 8^\circ, \quad 5^\circ$$

annimmt, so geben die Ablenkungen, mit der Länge der zugehörigen Drähte multiplicirt, gleiche Producte; nämlich

$$\begin{aligned} 18 \cdot 80 &= 1440, & 20 \cdot 80 &= 1600, \\ 7\tfrac{1}{5} \cdot 200 &= 1440, & 8 \cdot 200 &= 1600, \\ 4\tfrac{1}{2} \cdot 320 &= 1440, & 5 \cdot 320 &= 1600. \end{aligned}$$

III.

Bestimmung der Differenzialquotienten unbekannter Functionen;

vom

Professor *Nörrenberg*.

Die Ursache, warum noch immer die Meinungen über die zweckmäſsigste Art, die Gründe der Differenzialrechnung darzustellen, getheilt sind, und die von *Lagrange* entwickelte Theorie derselben noch nicht die allgemein herrschende geworden ist, liegt wohl hauptsächlich darin, daſs sowohl die von *Lagrange* selbst als

die von seinen Commentatoren angewandte Methode, die Ableitungen unbekannter Functionen zu bestimmen, nicht die rechte war. Dadurch, daſs diese Methoden zweier Ausdrücke bedürfen, welche die Zunahme der gesuchten Function einschlieſsen, sind sie nicht nur unbequem, sondern auch, weil sich nicht immer solche zwei Ausdrücke finden lassen, in vielen Fällen unbrauchbar. Ausserdem haben diese Methoden noch den Übelstand, die Zunahme der unabhängig veränderlichen Gröſsen dergestalt beschränken zu müssen, daſs gewisse davon abhängige Gröſsen während dieser Zunahme entweder beständig zu- oder beständig abnehmen. Die folgende Methode ist von diesen Mängeln frei, und dabei so elementar, als es die Darstellung der Functionenrechnung nach *Lagrange* erfordert.

Functionen von einer veränderlichen Gröſse.

Es sey s eine unbekannte Function von x, und werde zu $s + u$, wenn x zu $x + h$ wird, so hat man

$$u = \frac{ds}{dx} h + \ldots$$

Läſst sich nun aus den Umständen der Aufgabe ein bis auf die erste Potenz von h entwickelter Ausdruck für u finden, so daſs man

$$u = fx \,.\, h + \ldots$$

hat; so ist

$$\frac{ds}{dx} = fx$$

die gesuchte Ableitung.

Findet sich aber diese Entwickelung nicht, so sucht man die Entwickelung einer mit u in Beziehung stehenden Hülfsgröſse u', von der sich beweisen läſst, daſs sie mit u einerlei erstes Glied hat.

Hat man $u' = f'x \,.\, h + \ldots$ und denkt sich h in n gleiche Theile getheilt, so entsprechen den einzelnen Theilen die Ausdrücke

$$\begin{aligned}
v' &= f'x \,.\, \frac{h}{n} + \ldots \\
v'' &= f'\left(x + \frac{h}{n}\right) . \frac{h}{n} + \ldots \\
v''' &= f'\left(x + \frac{2h}{n}\right) . \frac{h}{n} + \ldots \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
v^{(n)} &= f'\left(x + \frac{n-1}{n}\, h\right) . \frac{h}{n} + \ldots
\end{aligned}$$

auf dieselbe Art, wie der Ausdruck $u' = f'x \,.\, h + \ldots$ der Gröſse h.

Die Entwickelung dieser Ausdrücke gibt

$$\begin{aligned}
v' &= f'x \,.\, \frac{h}{n} + \ldots \\
v'' &= \left(f'x + \frac{df'x}{dx} . \frac{h}{n} + \ldots\right)\frac{h}{n} + \ldots = f'x \,.\, \frac{h}{n} + \ldots \\
v''' &= \left(f'x + \frac{df'x}{dx} . \frac{2h}{n} + \ldots\right)\frac{h}{n} + \ldots = f'x \,.\, \frac{h}{n} + \ldots \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
v^{(n)} &= \left(f'x + \frac{df'x}{dx} . \frac{n-1}{n} h + \ldots\right)\frac{h}{n} + \ldots = f'x \,.\, \frac{h}{n} + \ldots
\end{aligned}$$

und folglich ist die Summe derselben

$$\begin{aligned}
v' + v'' + v''' + \ldots + v^{(n)} &= n \,.\, f'x \,.\, \frac{h}{n} + \ldots \\
&= f'x \,.\, h + \ldots
\end{aligned}$$

Das erste Glied $f'x \,.\, h$ dieser Summe ist also einerlei mit dem ersten Gliede der Hülfsgröſse u', und unabhängig von n.

Wenn nun u' vermöge der Natur der Aufgabe in einer solchen Beziehung zu u steht, daſs die linke Seite der letzten Gleichung mit dem Werthe von u zusammenfällt, wenn n unendlich groſs wird, so muſs auch in

diesem Falle die rechte Seite in die Entwickelung von u übergehen. Da aber das erste Glied $f' x \,.\, h$ bei diesem Übergange unverändert bleibt, weil es von n unabhängig ist, so muſs es einerlei mit dem ersten Gliede der Entwickelung von u seyn, und man hat also

$$\frac{ds}{dx} = f' x.$$

Beispiel 1. Wenn eine Kraft P vermittelst eines vollkommen biegsamen, auf einem Cylinder gleitenden Fadens den Widerstand R überwältigen soll, so ist die Reibung s eine Function des von dem Faden umspannten Bogens x. Man sucht die Ableitung von s in Beziehung auf x.

Geht s in $s + u$ über, wenn x zu $x + h$ wird, so hat man

$$u = \frac{ds}{dx} h + \,.\,.$$

Da nun die Reibung auf einem um den Cylinder beschriebenen Prisma der Reibung auf dem Cylinder selbst gleich werden muſs, wenn die Anzahl der Kanten unendlich groſs wird, so bietet sich hier als Hülfsgröſse u' die Reibung auf der Kante dar, welche durch den Durchschnitt zweier Ebenen gebildet wird, wovon die eine den Cylinder im Anfangspuncte, und die andere in dem Endpuncte von h berührt.

Die Spannung des Fadens vom Anfangspuncte von h bis zu der Kante ist $P = R + s$, und von der Kante bis zu dem Endpuncte von h um die Reibung auf der Kante gröſser, also $P + u'$.

Bezeichnet man den Winkel der Kante mit α, so hat man für den Druck, welchen die beiden Kräfte P und $P + u'$ nach der zu der Oberfläche des Cylinders normalen Richtung auf die Kante hervorbringen:

$$P \cos. \frac{\alpha}{2} + (P + u') \cos. \frac{\alpha}{2}.$$

Da nun u' gleich diesem Drucke, multiplicirt mit dem Reibungscoefficienten μ ist, so hat man für die Bestimmung von u' die Gleichung

$$u' = \mu\,(2P + u')\cos.\frac{\alpha}{2},$$

woraus

$$u' = 2\mu P\,.\,\frac{\cos.\frac{\alpha}{2}}{1 - \mu\cos.\frac{\alpha}{2}}$$

$$= 2\mu P\cos.\frac{\alpha}{2}\left(1 + \mu\cos.\frac{\alpha}{2} + \ldots\right)$$

$$= 2\mu P\cos.\frac{\alpha}{2} + \ldots$$

folgt. Es ist aber, wenn r der Halbmesser des Cylinders ist:

$$\cos.\frac{\alpha}{2} = \sin.\frac{\frac{1}{2}h}{r} = \frac{\frac{1}{2}h}{r} - \ldots$$

folglich ist

$$u' = \frac{\mu P}{r}\,.\,h + \ldots$$

$$= \frac{\mu}{r}(R + s)\,h + \ldots$$

und also die gesuchte Ableitung

$$\frac{ds}{dx} = \frac{\mu}{r}(R + s).$$

Beispiel 2. Es sey $s = Ft$ der während der Zeit t zurückgelegte Weg eines sich mit der veränderlichen Geschwindigkeit $v = ft$ bewegenden Körpers: man sucht die Ableitung von s in Beziehung auf t.

Setzt man $s + u = F(t + h)$, so ist klar, daſs der während der Zeit h mit der Anfangsgeschwindigkeit v gleichförmig zurückgelegte Weg vh die Hülfsgröſse u' vorstellen kann, weil die Summe der Wege, welche der Körper während der Theile von h mit der jedem Theile entsprechenden Anfangsgeschwindigkeit gleichförmig zu-

rücklegt, dem während der Zeit h wirklich zurückgelegten Wege unendlich nahe kommt, wenn die Anzahl der Theile unendlich groſs wird. Man hat also

$$\frac{ds}{dt} = v.$$

Wenn $v = ft$, $v + u = f(t + h)$ die während der Zeiten t und $t + h$ von einer veränderlichen, beschleunigenden Kraft $\varphi = f' t$ hervorgebrachten Geschwindigkeiten bezeichnen, und die Ableitung von v in Beziehung auf t gesucht wird; so folgt aus ganz ähnlichen Betrachtungen, daſs die Geschwindigkeit $h\varphi$, welche die Kraft φ während der Zeit h hervorgebracht haben würde, wenn sie unveränderlich gewesen wäre, die Hülfsgröſse u' vorstellen kann, und daſs also die gesuchte Ableitung

$$\frac{dv}{dt} = \varphi$$

ist.

Beispiel 3. Es sey $s = Fx$ ein Stück einer Curve, und es werde die Ableitung von s in Beziehung auf x gesucht.

Setzt man $s + u = F(x + h)$, so ist klar, daſs man als Hülfsgröſse u' die Chorde des Bogens u annehmen kann, weil die Summe der Chorden der Theile eines Bogens der Länge des Bogens unendlich nahe kommt, wenn die Anzahl der Theile unendlich groſs wird. Da nun, wenn $x + h$, $y + i$, $z + k$ die Coordinaten des Endpunctes von u sind,

$$u' = [h^2 + i^2 + k^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[h^2 + \left(\frac{dy}{dx}h + ..\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}h + ..\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= h\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} + ..$$

ist, so hat man

$$\frac{ds}{dx} = \sqrt{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right]}.$$

Functionen von zwei veränderlichen Gröfsen.

Es sey $s = F(x, y)$ eine unbekannte Function von x und y, so hat man

$$F(x+h, y+i) = s + \frac{ds}{dx} \cdot h + \frac{d^2 s}{dx^2} \cdot \frac{h^2}{1 \cdot 2} + \ldots$$
$$+ \frac{ds}{dy} \cdot i + \frac{d^2 s}{dx\, dy} \cdot hi + \ldots$$
$$+ \frac{d^2 s}{dy^2} \cdot \frac{i^2}{1 \cdot 2} + \ldots$$

Dieser Ausdruck zerfällt in folgende vier Theile:

$$F(x, y) = s,$$
$$F(x+h, y) - s = \frac{ds}{dx} \cdot h + \frac{d^2 s}{dx^2} \cdot \frac{h^2}{1 \cdot 2} + \ldots = t,$$
$$F(x, y+i) - s = \frac{ds}{dy} \cdot i + \frac{d^2 s}{dy^2} \cdot \frac{i^2}{1 \cdot 2} + \ldots = t',$$
$$F(x+h, y+i) - (s+t+t') = \frac{d^2 s}{dx\, dy} \cdot hi + \ldots = u.$$

Gewöhnlich ist es die Ableitung

$$\frac{d^2 s}{dx\, dy},$$

welche gesucht wird, und um sie zu finden, kommt es nur darauf an, aus der Natur der Aufgabe den Theil

$$u = \frac{d^2 s}{dx\, dy} \cdot hi + \ldots$$

zu erkennen, und das erste Glied seiner nach h und i geordneten Entwickelung zu bestimmen. Findet man

$$u = f(x, y) \cdot hi + \ldots$$

so ist $\frac{d^2 s}{dx\, dy} = f(x, y)$

die gesuchte Ableitung.

Findet sich aber die Entwickelung von u nicht, so sucht man das erste Glied der Entwickelung einer Hülfsgröſse u', von der sich beweisen läſst, daſs sie mit u einerlei erstes Glied hat.

Ist $u' = f'(x, y) \, . \, h\, i + . \, .$, und man denkt sich sowohl h als i in n gleiche Theile getheilt, so entsprechen den einzelnen Theilen die Ausdrücke

$$f'(x, y) \, . \, \frac{h}{n} \, . \, \frac{i}{n} + . \, .$$

$$f'\left(x, y + \frac{i}{n}\right) . \, \frac{h}{n} \, . \, \frac{i}{n} + . \, .$$

$$. \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

$$f'\left(x, y + \frac{n-1}{n}\, i\right) . \, \frac{h}{n} \, . \, \frac{i}{n} + . \, .$$

$$f'\left(x + \frac{n-1}{n}\, h, y\right) . \, \frac{h}{n} \, . \, \frac{i}{n} + . \, .$$

$$f'\left(x + \frac{n-1}{n}\, h, y + \frac{i}{n}\right) . \, \frac{h}{n} \, . \, \frac{i}{n} + . \, .$$

$$. \; .$$

$$f'\left(x + \frac{n-1}{n}\, h, y + \frac{n-1}{n}\, i\right) . \, \frac{h}{n} \, . \, \frac{i}{n} + . \, .$$

auf dieselbe Art, wie der Ausdruck $f'(x, y) \, . \, h\, i + . \, .$ den Gröſsen h und i.

Bezeichnet man diese Ausdrücke mit v', v'', v''', . . . $v^{(nn)}$, so erhält man durch Entwickelung und Summirung derselben

$$v' + v'' + v''' + . \, . \, , + v^{(nn)} = f'(x, y) \, . \, h\, i + . \, .$$

Das erste Glied dieser Summe ist also einerlei mit dem ersten Gliede der Hülfsgröſse u', und unabhängig von n.

Ist u' so gewählt, daſs die linke Seite der Gleichung für ein unendlich groſses n mit u zusammenfällt, so stellet alsdann die rechte Seite die Entwickelung von u dar,

und man hat

$$\frac{d^2 s}{dx\,dy} = f'(x, y).$$

Beispiel 1. Führt man durch den Punct x, y einer ebenen begrenzten Fläche zwei Geraden mit den zu einander senkrechten Achsen der Coordinaten parallel, so ist der Flächeninhalt eines jeden der vier Stücke, in welche die Fläche durch die beiden Geraden zerlegt wird, eine Function von x und y.

Es sey $s = F(x, y)$ der Inhalt desjenigen Stückes, welches mit x und y zugleich wächst, so ist der durch

$$u = \frac{d^2 s}{dx\,dy} \cdot hi + \ldots$$

ausgedrückte Theil von $F(x+h, y+i)$ das Rechteck, dessen Seiten h und i sind. Man hat also

$$u = hi,$$

und folglich $\frac{d^2 s}{dx\,dy} = 1.$

Beispiel 2. Legt man durch den Punct x, y, z einer Fläche $z = f(x, y)$ zwei zu einander senkrechte Ebenen parallel mit den Ebenen der xz und der yz, so ist die Gröſse eines jeden der vier Stücke, in welche die Fläche dadurch getheilt wird, eine Function von x und y.

Es sey $s = F(x, y)$ der Inhalt des Stückes, welches mit x und y zugleich wächst, so ist der durch

$$u = \frac{d^2 s}{dx\,dy} \cdot hi + \ldots$$

ausgedrückte Theil von $F(x+h, y+i)$ das Flächenstück, dessen Projection in der Ebene der xy das Rechteck hi ist.

Da sich hier nicht, wie in dem vorhergehenden Beispiele, die Entwickelung von u direct finden läſst, so muſs eine Hülfsgröſse u' angenommen werden.

Wenn man als bekannt voraussetzen will, 1) daſs man die Projection einer ebenen Fläche auf die Ebene der xy erhält, wenn man die Fläche mit dem Cosinus des Winkels multiplicirt, den sie mit dieser Ebene macht, und 2) daſs der Cosinus des Winkels, den die, die Fläche in dem Puncte x, y, z tangirende Ebene mit der Ebene der xy macht,

$$\left[1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]^{-\frac{1}{2}}$$

ist, so bietet sich als eine sehr bequeme Hülfsgröſse u' das Stück dieser tangirenden Ebene dar, welches mit dem Flächenstücke u einerlei Projection in der Ebene xy, nämlich das Rechteck hi, hat.

Man hat alsdann

$$u' = \sqrt{\left[1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]} \cdot hi,$$

und folglich

$$\frac{d^2 s}{dx\,dy} = \sqrt{\left[1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]}.$$

Nimmt man als Hülfsgröſse u' die Summe der beiden geradlinigen Dreiecke an, welche ihre Spitzen in den Ecken des Flächenstücks u haben, so gelangt man zu der Entwickelung von u' am bequemsten durch den Satz, daſs das Quadrat einer ebenen Fläche der Summe der Quadrate ihrer Projectionen auf drei zu einander senkrechte Ebenen gleich ist.

Die den Eckpuncten von u entsprechenden Werthe von z sind

$$z = f(x, y)$$

$$z' = f(x+h, y) = z + \frac{dz}{dx} h + \ldots$$

$$z'' = f(x, y+i) = z + \frac{dz}{dy} i + \ldots$$

$$z''' = f(x+h, y+i) = z + \frac{dz}{dx} h + \frac{dz}{dy} i + \ldots$$

und man hat, wenn diese Eckpuncte in der nämlichen Ordnung mit M, M', M'', M''' bezeichnet werden, für die Projectionen des Dreiecks $MM'M''$ auf die Ebenen der xy, xz, yz

$$\tfrac{1}{2} hi$$

$$\tfrac{1}{2} h (z'' - z) = \tfrac{1}{2} h \left(\frac{dz}{dy} i + ..\right) = \tfrac{1}{2} . \frac{dz}{dy} . hi + ..$$

$$\tfrac{1}{2} i (z' - z) = \tfrac{1}{2} i \left(\frac{dz}{dx} h + ..\right) = \tfrac{1}{2} . \frac{dz}{dx} . hi + ..$$

und für die des Dreiecks $M'M''M'''$

$$\tfrac{1}{2} hi$$

$$\tfrac{1}{2} h (z''' - z') = \tfrac{1}{2} h \left(\frac{dz}{dy} i + ..\right) = \tfrac{1}{2} . \frac{dz}{dy} . hi + ..$$

$$\tfrac{1}{2} i (z''' - z'') = \tfrac{1}{2} i \left(\frac{dz}{dx} h + ..\right) = \tfrac{1}{2} . \frac{dz}{dx} . hi + ..$$

Es ist also der Inhalt des Dreiecks

$$MM'M'' = \left[\left(\frac{hi}{2}\right)^2 + \left(\frac{hi}{2} . \frac{dz}{dx} + ..\right)^2 + \left(\frac{hi}{2} . \frac{dz}{dy} + ..\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{hi}{2} \left[1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} + ..$$

Wegen der Gleichheit der ersten Glieder der Projectionen beider Dreiecke haben aber auch die Inhalte derselben einerlei erstes Glied, und es ist also die Summe der beiden Dreiecke

$$u' = \sqrt{\left[1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]} . hi + ..$$

und folglich

$$\frac{d^2 s}{dx\, dy} = \sqrt{\left[1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]}.$$

Will man die Entwickelung von u' durch die Berechnung der Dreiecke aus ihren Seiten finden, so kann man sich dazu der Formel

$$\tfrac{1}{4}\sqrt{[4a^2b^2 - (a^2+b^2-c^2)^2]}$$

bedienen, in welcher a, b, c die drei Seiten bezeichnen.

Setzt man

$$z' - z = k,$$
$$z'' - z = k',$$

so sind die Quadrate der drei Seiten des Dreiecks $MM'M''$

$$MM'^2 = h^2 + k^2,$$
$$MM''^2 = i^2 + k'^2,$$
$$M'M''^2 = h^2 + i^2 + (k'-k)^2,$$

und folglich ist der Inhalt des Dreiecks

$$\begin{aligned} MM'M'' &= \tfrac{1}{4}\sqrt{[4(h^2+k^2)(i^2+k'^2)} \\ &\quad \overline{- [h^2+k^2+i^2+k'^2-h^2-i^2-(k'-k)^2]^2]} \\ &= \tfrac{1}{4}\sqrt{[4(h^2i^2+h^2k'^2+i^2k^2+k^2k'^2)-(2kk')^2]} \\ &= \tfrac{1}{4}\sqrt{[4(h^2i^2+h^2k'^2+i^2k^2)]} \\ &= \tfrac{1}{2}\sqrt{\left[h^2i^2+h^2\left(\frac{dz}{dy}i+\ldots\right)^2 + i^2\left(\frac{dz}{dx}h+\ldots\right)^2\right]} \\ &= \frac{hi}{2}\sqrt{\left[1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2+\left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]}+\ldots \end{aligned}$$

Da man nun leicht findet, daſs die ersten Glieder der Seiten des Dreiecks $M'M''M'''$ mit denen der Seiten des Dreiecks $MM'M''$ einerlei sind, so hat man für die Summe der beiden Dreiecke

$$u' = \sqrt{\left[1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2+\left(\frac{dz}{dy}\right)^2\right]}\,.\,hi+\ldots$$

wie zuvor.

Functionen von drei veränderlichen Gröſsen.

Für eine Function $s = F(x, y, z)$ von drei veränderlichen Gröſsen x, y, z zerfällt der Ausdruck

$$F(x+h, y+i, z+k)$$

in folgende acht Theile:

$$F(x, y, z) = s,$$
$$F(x+h, y, z) - s = t',$$
$$F(x, y+i, z) - s = t'',$$
$$F(x, y, z+k) - s = t''',$$
$$F(x+h, y+i, z) - (s + t' + t'') = t_{,},$$
$$F(x+h, y, z+k) - (s + t' + t''') = t_{,,},$$
$$F(x, y+i, z+k) - (s + t'' + t''') = t_{,,,},$$
$$F(x+h, y+i, z+k) - (s + t' + t'' + t''' + t_{,} + t_{,,} + t_{,,,}) = u$$

Die Entwickelung dieser Gleichungen gibt

$$u = \frac{d^3 s}{dx\,dy\,dz} \cdot hik + \ldots$$

und das Verfahren, die Ableitung

$$\frac{d^3 s}{dx\,dy\,dz}$$

zu bestimmen, folgt von selbst aus demjenigen, welches für Functionen von zwei veränderlichen Gröſsen aus einander gesetzt worden ist.

Beispiel. Führt man durch den Punct x, y, z eines Körpers drei Ebenen mit den zu einander senkrechten coordinirten Ebenen parallel, so ist das Volumen eines jeden der acht Stücke, in welche der Körper durch die drei Ebenen zerlegt wird, eine Function von x, y, z.

Es sey $s = F(x, y, z)$ das Volumen desjenigen Stückes, welches mit jeder der drei Coordinaten x, y, z zugleich wächst, so ist der durch

$$u = \frac{d^3 s}{dx\,dy\,dz} \cdot hik + \ldots$$

ausgedrückte Theil von $F(x+h, y+i, z+k)$ das Volumen des Parallelepipedums, dessen Kanten h, i, k sind. Man hat also

$$u = hik.$$

und folglich

$$\frac{d^3 s}{dx\, dy\, dz} = 1.$$

* * *

In der physisch angewandten Mathematik kommen verschiedene Fälle vor, in welchen die Summe der Producte verlangt wird, die entstehen, wenn man jeden unendlich kleinen Theil einer ausgedehnten Gröſse mit einer gegebenen Function der Coordinaten des unendlich kleinen Theiles multiplicirt.

Ist die ausgedehnte Gröſse eine Linie, und

$$\rho = f(x, y, z)$$

die gegebene Function, so sind ρ und die gesuchte Summe S nur Functionen von x, weil y und z vermöge der Gleichungen der Linie Functionen von x sind.

Wird S zu $S + U$, wenn x zu $x + h$ wird, so ist

$$U = \frac{dS}{dx} h + \ldots,$$

und es kommt also, um die Ableitung von S in Beziehung auf x zu haben, nur darauf an, das erste Glied der Entwickelung von U zu finden.

Es seyen $s = Fx$, $s + u = F(x + h)$ die den Summen S, $S + U$ entsprechenden Stücke der Linie, so entspricht das Stück

$$u = F(x + h) - Fx = \frac{ds}{dx} . h + \ldots$$

der Summe U.

Wird h in n gleiche Theile getheilt, so entsprechen diesen folgende n Theile von u:

$$w' = F\left(x + \frac{h}{n}\right) - Fx \qquad = \frac{ds}{dx} . \frac{h}{n} + \ldots$$

$$w'' = F\left(x + \frac{2h}{n}\right) - F\left(x + \frac{h}{n}\right) = \frac{ds}{dx} . \frac{h}{n} + \ldots$$

$$w''' = F\left(x + \frac{3h}{n}\right) - F\left(x + \frac{2h}{n}\right) \quad = \frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots$$

. . . .

$$w^{(n)} = F\left(x + \frac{nh}{n}\right) - F\left(x + \frac{n-1}{n}\,h\right) = \frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots$$

Multiplicirt man diese Theile mit den ihren Anfangspuncten entsprechenden Werthen von ρ, so erhält man

$$w'\rho' = \left(\frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots\right)\rho;$$

$$w''\rho'' = \left(\frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots\right)\left(\rho + \frac{d\rho}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots\right),$$

$$w'''\rho''' = \left(\frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots\right)\left(\rho + \frac{d\rho}{dx} \cdot \frac{2h}{n} + \ldots\right);$$

. . . .

$$w^{(n)}\rho^{(n)} = \left(\frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots\right)\left(\rho + \frac{d\rho}{dx} \cdot \frac{n-1}{n}\,h + \ldots\right);$$

und wenn man diese Producte addirt:

$$w'\rho' + w''\rho'' + \ldots + w^{(n)}\rho^{(n)} = n \cdot \rho\,\frac{ds}{dx} \cdot \frac{h}{n} + \ldots$$

$$= \rho \cdot \frac{ds}{dx} \cdot h + \ldots$$

Es ist klar, daſs diese Summe mit U zusammenfällt, wenn n unendlich groſs wird, und daſs also in diesem Falle die rechte Seite der Gleichung in die Entwickelung von U übergehen muſs. Da aber das erste Glied derselben von n unabhängig ist, und deſshalb bei diesem Übergange unverändert bleibt, so ist es wirklich das erste Glied der Entwickelung von U, und man hat daher

$$\frac{dS}{dx} = \rho\,\frac{ds}{dx}.$$

Man findet also die Ableitung der gesuchten Summe, wenn man die Ableitung der ausgedehnten Gröſse mit der gegebenen Function multiplicirt.

Ist die ausgedehnte Gröſse eine Fläche, und $\rho = f(x, y, z)$ die gegebene Function, so sind ρ und die gesuchte Summe S nur Functionen von x und y, weil z vermöge der Gleichung der Fläche eine Function von x und y ist.

Es sey $s = F(x, y)$ das Flächenstück, zu welchem die gesuchte Summe $S = F'(x, y)$ gehört, so entspricht der durch

$$U = \frac{d^2 S}{dx\, dy} . hi + . .$$

ausgedrückte Theil von $F'(x+h, y+i)$ dem Flächenstücke

$$u = \frac{d^2 s}{dx\, dy} . hi + . .,$$

dessen Projection in der Ebene der xy das Rechteck hi ist.

Theilt man h und i in n gleiche Theile, so zerfällt dadurch das Flächenstück u in nn Theile,

$$w', w'', w''', \ldots w^{(nn)},$$

von welchen irgend einer, wenn p und q ganze Zahlen von 0 bis $n-1$ vorstellen, und

$$\frac{d^2 s}{dx\, dy}$$

mit $\varphi(x, y)$ bezeichnet wird, durch

$$w^{(r)} = \varphi\left(x + p \cdot \frac{h}{n}, y + q \cdot \frac{i}{n}\right) \frac{h}{n} \cdot \frac{i}{n} + . .$$

$$= \left[\varphi(x, y) + \frac{d\varphi(x, y)}{dx} \cdot p \frac{h}{n} + . .\right] \frac{h}{n} \cdot \frac{i}{n} + . .$$

$$= \frac{d^2 s}{dx\, dy} \cdot \frac{h}{n} \cdot \frac{i}{n} + . .$$

ausgedrückt werden kann.

Für den Anfangspunct dieses Theiles hat man

$$\rho^{(r)} = \rho + \frac{d\rho}{dx} \cdot p \cdot \frac{h}{n} + \frac{d\rho}{dy} \cdot q \cdot \frac{i}{n} + \ldots$$

und folglich

$$w^{(r)}\,\rho^{(r)} = \rho\,\frac{d^2 s}{dx\,dy}\cdot\frac{h}{n}\cdot\frac{i}{n} + \ldots$$

Jeder der nn Theile von u, mit dem zu seinem Anfangspuncte gehörenden Werthe von ρ multiplicirt, gibt also ein Product, dessen erstes Glied

$$\rho\cdot\frac{d^2 s}{dx\,dy}\cdot\frac{h}{n}\cdot\frac{i}{n}$$

ist, und man hat daher

$$w'\rho' + w''\rho'' + \ldots + w^{(nn)}\rho^{(nn)} = nn\cdot\rho\,\frac{d^2 s}{dx\,dy}\cdot\frac{h}{n}\cdot\frac{i}{n} + \ldots$$
$$= \rho\,\frac{d^2 s}{dx\,dy}\cdot hi + \ldots$$

Da nun für ein unendlich großes n die linke Seite dieser Gleichung mit U zusammenfällt, und folglich die rechte Seite in die Entwickelung von U übergeht; bei diesem Übergange aber das erste Glied unverändert bleibt, so hat man

$$\frac{d^2 S}{dx\,dy} = \rho\,\frac{d^2 s}{dx\,dy}.$$

Man sieht leicht, daß dieses Verfahren auf einen Körper $s = F(x, y, z)$ angewandt, zu dem Resultate führen muß, daß

$$\frac{d^3 S}{dx\,dy\,dz} = \rho\,\frac{d^3 s}{dx\,dy\,dz}$$

ist. Der oben ausgesprochene Satz, daß man die Ableitung der gesuchten Summe findet, wenn man die Ableitung der ausgedehnten Gröſse mit der gegebenen Function multiplicirt, ist daher allgemein.

IV.

Verfahren, wollene und seidene Stoffe so wie auch Stroh zu bleichen;

von

J. Knezaurek.

Bei meinem Aufenthalte in der kaiserlichen Linzer Wollenzeugfabrik, wo ich durch vier Jahre als Chemiker gedient habe, erhielt ich durch den damaligen Hrn. Regierungsrath und Fabriksdirector, *Jos. von Ehrnstein*, den Auftrag, die sogenannten englischen Flanelle zu bleichen. Das Verfahren, welches damals bei der k. k. Fabrik in Anwendung gebracht wurde, hatte jedoch dem vorgehabten Endzwecke nicht entsprochen, weil die Bleichung im Schwefelkasten durch Verbrennung des Schwefels vorgenommen wurde, wodurch die Waare ungleichförmig gebleicht war, aufserdem aber beim Anfühlen hart und sperr sich bewies, ihr also die seidenartige Geschmeidigkeit abging. Die andere, ebenfalls schon bekannte Methode, durch stark mit Wasser verdünnte schweflichte Säure Wolle und Seide zu bleichen, war bei der Fabrik noch nicht eingeführt, weil dieselbe kein chemisches Laboratorium hatte.

Nachdem, im hohen Auftrage einer hochlöblichen k. k. allgemeinen Hofkammer, erst im Jahre 1817 ein chemisches Laboratorium eingerichtet war, habe ich mich ans Werk gemacht, und auf die vorbenannte bekannte Methode aus einer Retorte, die mit der nöthigen Menge von Schwefelsäure und Sägespänen oder Schwefel versehen war, schweflichtsaures Gas entwickelt, und mittelst einer gläsernen Röhre in eine mit Wasser gefüllte Flasche streichen und absorbiren lassen. Ich er-

hielt auf solche Art eine Bleichflüssigkeit, mit der ich die nöthigen Versuche anstellte, und deren Resultate so ziemlich befriedigend ausfielen. Jedoch schon bei dem Zusammensetzen des Apparats zeigte sich eine Unbequemlichkeit, auf die ich zwar gedacht, selbe aber übergangen habe. Es hatte sich nämlich, wie die Schwefelsäure mit den Sägespänen in Berührung kam, alsogleich schweflichte Säure in Gasform entwickelt, das Vermachen und Verlutiren der Retorte mit dem bleiernen Vorstoſs und der gläsernen Röhre war schwierig, weil die luftförmige entwickelte schweflichte Säure auf die Lunge nachtheilig einwirkte.

Um diesen Übelstand einiger Maſsen zu beseitigen, habe ich bei dem zweiten Ansatz, anstatt der Sägespäne, Schwefel genommen. Oberwähnter Übelstand fiel zwar weg, aber ein anderer hatte sich dagegen eingestellt. Nach Beendigung der Arbeit, und nachdem der Apparat ausgekühlt war, zeigte es sich wieder, daſs der erstarrte Schwefel, welcher in der Retorte verblieb, nicht aus derselben herausgebracht werden konnte; die Retorte war zum zweiten Male nicht zu gebrauchen, ausser man hätte durch Erwärmung den Schwefel wieder flüssig gemacht, was abermals zu umständlich gewesen wäre.

Da ich weder die Sägespäne noch den Schwefel zu diesem Ende für zweckmäſsig in der Anwendung gefunden hatte, so nahm ich bei dem dritten Versuche gepulverte Holzkohlen, die mir vollkommen das leisteten, was ich beabsichtigte. Der Apparat konnte bequem vermacht und verlutirt werden, weil die Entwickelung des schweflichtsauren Gases erst bei höherer Erwärmung vor sich ging; das Reinigen der Retorte war leicht, und man konnte dieselbe mehrere Male gebrauchen.

Die Hauptschwierigkeit aber, die sich bei dieser

Darstellungsmethode zeigte, und die nicht beseitiget werden konnte, war, daſs man in groſsen Fässern das Auffangen und Schwängern des Wassers mit schweflichtsaurem Gas vornehmen muſste, welche einen groſsen Raum im Laboratorium einnahmen, abgesehen davon, daſs das Aufbewahren, wenn in so groſsen Massen gearbeitet wird, äuſserst unbequem ist, und nicht zu gedenken des Umstandes, daſs sich das schweflichtsaure Wasser, wenn es nicht bald verbraucht wird, zum Theil zersetzt, und überdieſs dennoch viel schweflichtsaures Gas während der Erzeugung in die Atmosphäre unbenützt ausströmt, und die Arbeitenden sehr belästiget. Das alles bewog mich, auf ein anderes einfaches Verfahren zu denken, um alle diese Schwierigkeiten zu entfernen, und ich war so glücklich, eine Darstellungsmethode zu ersinnen, die allen Anforderungen vollkommen entsprach.

Da ich gegenwärtig von meiner erfundenen Bleichmethode keinen Gebrauch mache, und sie einer oder der andere Fabrikant mit Vortheil benützen kann, so habe ich mich entschlossen, selbe zur allgemeinen Benützung öffentlich bekannt zu machen; und da der Gegenstand eben so gut der Chemie als der Physik angehört, so glaube ich, daſs derselbe werth ist, in diese gehaltvolle Zeitschrift aufgenommen zu werden.

Ich will daher erst das practische Verfahren beim Bleichen selbst beschreiben, und dann erst die Bereitungsart der Bleichflüssigkeit angeben.

Nachdem die Wolle oder Seide, oder die daraus gefertigten Stoffe von aller Unreinigkeit, fetten Theilen, und bei der Seide von dem firniſs-gummiartigen Überzuge durch mehrmaliges Behandeln in heiſsem Seifenwasser wohl gereinigt, und in reinem Wasser ausgespült worden sind, bringt man selbe in die Bleichflüssigkeit, welche weiter unten beschrieben steht, zieht

sie einige Male durch, und läſst selbe in der Wanne, die mit einem hölzernen Deckel bedeckt wird, 12 bis 24 Stunden liegen. Hierauf werden sie heraus genommen, in reinem Fluſs- oder Brunnenwasser so lange gespült, bis sich aller Geruch und Geschmack der Bleichflüssigkeit verloren hat, und im Schatten getrocknet.

Sollten sie durch einmaliges Behandeln die verlangte weiſse Farbe noch nicht völlig haben, so wird die Manipulation noch ein oder zwei Mal wiederholt, jedoch mit dem Unterschiede, daſs man sie jedes Mal, bevor man sie in die Bleichflüssigkeit bringt, in reinem kalten Wasser oder in lauwarmem schwachen Seifenwasser einweicht und ausspült. Auf diese Art wurden sogenannte englische Flanelle gebleicht, die sich durch ihre schöne weiſse Farbe und seidenartige Geschmeidigkeit im Anfühlen vor den unmittelbar in schwefelsaurem Gas durchs Verbrennen des Schwefels erzeugt gebleichten wesentlich unterschieden.

Vorerwähnte Bleichflüssigkeit bereitet man auf folgende Art:

Man entwickelt aus einer untubulirten Retorte, mit einem bleiernen Vorstoſs versehen, in welchen eine gebogene Glasröhre eingesteckt ist, mit feuchter Blase ohne Kitt verbunden, und welche Retorte bis auf die Hälfte ihres Raumumfanges mit 1 Th. gepulverter Holzkohle und 3 Th. Schwefelsäure dem Gewichte nach gefüllt ist, durch die Wärme gasförmige schweflichte Säure, und leitet sie durch die Glasröhre in eine Pottaschenauflösung, bestehend aus 4 oder 5 Th. Pottasche und 12 bis 15 Th. Wasser, worauf der Prozeſs so lange fortgesetzt wird, als sich noch schweflichtsaures Gas entwickelt. Die gebildete schweflichtsaure Kalilösung, die einen Überschuſs von kohlensaurem Kali besitzt, wird hierauf in Flaschen gefüllt, mit Kork und Blase ver-

macht, und im Finstern aufbewahrt, weil das Licht selbe zum Theil zersetzt. In diesem Zustande kann sie Jahre lang unverändert erhalten werden.

Der chemische Vorgang bei diesem Verfahren ist folgender:

Die Schwefelsäure wird in der Hitze durch die Holzkohle zum Theil desoxydirt, die gebildete gasförmige schweflichte Säure verbindet sich mit dem Kali zu schweflichtsaurem Kali, wodurch die Kohlensäure der Pottasche frei wird und in die Luft entweicht; dabei wird die Flüssigkeit in einer ununterbrochenen Bewegung erhalten, so dafs ein Rühren derselben nicht nöthig ist.

Beim Bleichen selbst wird die klare schweflichtsaure Kaliauflösung von dem Bodensatze abgegossen, mit 30 bis 40 Th. kaltem eisenfreien Wasser dem Raume nach vermischt, und so viel englische Schwefelsäure dazu gegossen, dafs noch ein kleiner Überschufs von dem schweflichtsauren Salze unzersetzt bleibt, worauf man das Ganze recht gut untereinander rührt, und die zu bleichende Waare hineinbringt. Die dabei angewandte Schwefelsäure verbindet sich mit dem Kali zu schwefelsaurem Kali, wobei das entweichende schweflichtsaure Gas mit dem vorhandenen vielen Wasser sich vermischt, und die Bleichflüssigkeit darstellt. Dieses Wasser enthält daher aufser der schweflichten Säure schwefelsaures Kali und einen kleinen Antheil noch unzersetztes schweflichtsaures Kali.

Mehr als 40 Th. Wasser anzuwenden ist nicht rathsam, weil nach meiner Erfahrung viele Salze und Säuren das Eigene haben, wenn selbe in einer zu grofsen Quantität Wasser aufgelöst werden, folglich zu sehr verdünnt sind, in ihre Elemente zu zerfallen, oder doch zum wenigsten in ihre näheren Bestandtheile. Nach

Saussure's Versuchen nimmt eine Maſs Wasser 43 Maſs schweflichtsaures Gas auf, letzteres vom specifischen Gewicht 2,247. Das schweflichtsaure Wasser wird in schwefelsaures verwandelt, wenn es offen der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird. Nach meiner Beobachtung geschieht diese Veränderung im lichten Raume viel schneller, als im Finstern.

Die gebleichte Waare hat ihre weiſse Farbe der Verbindung der schweflichten Säure mit dem farbigen Stoff der Waare zu verdanken, weil diese zwei Stoffe eine farbenlose chemische Verbindung eingehen, wodurch die Waare weiſs erscheint. Da jedoch die Schwefelsäure eine nähere Verwandtschaft hat zu dem gedachten farbigen Stoff, als die schweflichte Säure, so muſs beim Bleichen selbst immer ein kleiner Überschuſs von dem schweflichtsauren Salze zur gröſsern Sicherheit unzersetzt bleiben, damit ja keine freie Schwefelsäure in der Bleichflüssigkeit vorwalte, sonst würde die Waare anstatt weiſs, gelb werden, weil nur die schweflichte Säure mit dem farbigen Stoff eine farbenlose weiſse Farbe gibt, mit der Schwefelsäure hingegen jedes Mal eine gelbe Farbe hervorbringt.

V.

Über das electrische Leuchten einiger Blumen;

von

Dr. *Alexander Zawadzki* in Lemberg.

Die Tochter des groſsen *Linné*, *Elisabeth Christina*, war die Erste, welche auf dem Gute ihres Vaters unweit Upsala im Sommer 1764 eines Abends bei einer

aufmerksamen Betrachtung der Blumen der Kapuziner-Kresse *(Tropaeolum majus)* bemerkte, dafs diese von Zeit zu Zeit blitzten. Sie schrieb hierüber mit Zuziehung ihres Vaters eine Abhandlung, welche im 24sten Bde. der Abhandl. der schwed. Acad. der Wissenschaften, mit einer Anmerkung von *Wilkens*, steht. Mehrere Naturforscher fanden sich hiedurch bewogen, ähnliche Beobachtungen anzustellen, und bemerkten diese Blitze nicht blofs an den Blumen des *Trapaeolum*, sondern auch noch an mehreren andern. Aus allen darüber angestellten Beobachtungen und meinen eigenen, welche ich mehrere Sommer nach einander machte, ergaben sich folgende Resultate:

1. Den stärksten Blitz gibt die in allen Gärten vorkommende Ringelblume (*Calendula officinalis*, mit orangefarbigen Blumen, im ganzen südl. Europa wild); nach ihr die Kapuziner- oder auch indianische Kresse (*Tropaeolum majus* und *minus*, kam im Jahre 1684 aus Peru nach Europa), dann die Feuerlilie *(Lilium bulbiferum)* und die Sammetrose *(Tagetes patula* und *erecta)*.

Alle diese Blumen haben eine stark mit Roth gesättigte gelbe Farbe, und da ich bei einigen *Helianthus*-Arten, die intensiv gelbe Blumen hatten, so wie an der *Gorteria rigens*, die ich bei Tage in einem dunkeln Zimmer beobachtete, auch ein schwaches Leuchten bemerkte, so scheint daraus hervorzugehen, dafs jede *orangefarbige* Blume zu *bestimmten Zeiten* leuchte.

2. Diese Blumenblitze zeigen sich im Juli und August während der Befruchtung der Blumen, kurz nach Untergang der Sonne, nach warmen, heiteren Tagen, nie aber, wenn die Luft feucht ist.

3. Eine und dieselbe Blume blitzt oft mehrere Male nach einander; oft aber verstreichen mehrere Minuten, bis sich ein neuer Blitz zeigt.

Dafs dieses Leuchten von der Electricität herrührt, unterliegt keinem Zweifel. Gleichwohl behaupteten anfangs einige Naturforscher, dafs es blofse Phosphorescenz sey. Welch' eine grofse Rolle die Electricität bei dem Fortpflanzen, Wachsen und Befruchten in der Thier- und Pflanzenwelt spielt, ist bekannt; freilich läfst sich ihre Wirksamkeit nicht überall *nachweisen*, wohl aber *ahnen*. So keimt Pflanzensamen, der in einem Blumengeschirr electrisirt wird, um einige Tage früher, die Pflanzen werden stärker und wachsen üppiger, als solcher, der unter denselben Umständen gesäet, aber nicht electrisirt wurde *). Hühnereier, die sehr mäfsig, aber öfters mit einer kleinen *Volta*'schen Säule electrisirt wurden, waren einige Tage früher ausgebrütet, als solche, die nicht electrisirt wurden. Bei mäfsiger Anwendung der Electricität drehen sich die Blätter des tanzenden Schildklees *(Hedysarum gyrans)* stärker herum. Nach heftigen electrischen Schlägen verlieren die Blätter der Sinnpflanze *(Mimosa pudica* und *sensitiva)* ihre Reizbarkeit, und ziehen sich nicht wieder zusammen, wenn sie berührt werden. Aus den verwundeten Theilen der *Asclepias syriaca* und der Euphorbien fliefst der milchartige Saft langsamer und sparsamer, wenn man die Pflanze mit einer Verstärkungsflasche electrisirt hat. Ganz vorzüglich thätig ist aber die Electricität in allen Befruchtungsmomenten; so z. B. ist bei dem Ausschleudern der Samenkügelchen bei den Keulenschwämmen *(Clavaria)*, die, obgleich in krummen Linien fortge-

---

*) *Inghenhoufs* behauptete zwar, dafs das Wachsen der Pflanzen durch electrische Schläge nicht befördert werde, läugnete aber nicht, dafs die Electricität der Atmosphäre auf sie einen grofsen Einflufs ausübe. *Bertholon* und viele Andere überzeugten sich durch Versuche von dem schnelleren Keimen solcher Samen.

schleudert, gegen den Schwamm zurückkehren, deutlich ein electrisches Verhalten sichtbar, denn was kann es anderes seyn, als ein electrisches Abstoſsen und Anziehen. Da sich die Blitze bei den Blumen der genannten Pflanzen nur während des Stadiums der Fructification zeigen, so können dieselben auch keine andere Ursache, als die Electricität haben. Es ist eine fast allgemein bekannte Thatsache, daſs während der Befruchtung einer Pflanze der Samenstaub (der sich in dem Beutelchen des Staubfadens befindet, aus kleinen Molécules besteht, welche immer mehr und mehr anschwellen, bis sie das Beutelchen sprengen und herausgeschleudert werden) auf das sich öffnende Pistill fällt. Durch die Reibung, die dabei Statt findet, wird Electricität entwickelt, welche dieſs schnell vorübergehende Leuchten hervorbringt, ein Leuchten, wie etwa das, so man bei dem Zerspringen der Glastropfen oder eines luftleeren Glases wahrnimmt. Es ist wohl möglich, daſs sich die Sache anders verhält; allein ich kann mir dieses Leuchten nur so und nicht anders erklären. Auf die Frage: warum man an den rothen, blauen, weiſsen und anderen Blumen in dieser Periode diese Blitze nicht bemerkt, kann ich gegenwärtig noch keine genügende Antwort geben. Ich werde meine Beobachtungen fortsetzen, wünsche aber, daſs mehrere Naturforscher dieser Erscheinung ihre Aufmerksamkeit schenken.

VI.
Neue Instrumente und Methoden.

1. Mittel, die Vergröſserung mittelst Fernröhre zu messen. Von *Valz.*

(Bibl. univ, Mai 1829, p. 25.)

Die Vergröſserung, welche man mittelst eines Fernrohres erzielt, kann man aus dem Winkel abnehmen, welchen die von den Rändern eines Objectes von bekanntem Durchmesser kommenden Strahlen mit einander machen, wenn sie durch das Ocular des Fernrohrs gegangen sind. Dazu ist die Sonne besonders tauglich. Miſst man den Durchmesser ihres Bildes, welches die Strahlen nach ihrem Austritte aus dem Oculare in einer gewissen Entfernung von demselben machen, und theilt ihn durch diese Entfernung, multiplicirt mit der doppelten Tangente des Sonnenhalbmessers, so gibt dieser Quotient die gesuchte Gröſse an. Setzt man jene Entfernung der Cotangente des Sonnendurchmessers gleich, so gibt der Halbmesser des Sonnenbildes, mit diesem Maſse gemessen, den reciproken Werth der Vergröſserungszahl unmittelbar an. Im Jänner müſste jene Entfernung demnach 105, im Juli 109, im April und October 107 betragen; doch wäre es nothwendig, zur Erlangung eines genauen Resultates von obiger Zahl noch den Durchmesser des kleinen Bildes abzuziehen, welches da entsteht, wo man die Entfernung zu messen beginnt. Wäre das Gesichtsfeld zu klein, als daſs das ganze Sonnenbild auf ein Mal übersehen werden könnte, so könnte man das bekannte Gesichtsfeld statt des Sonnenbildes wählen; wäre dieses aber nicht bekannt, so müſste man es durch dasselbe Verfahren mittelst der

Zeit finden, die ein Sonnenflecken braucht, um central durch das auf einem Schirme aufgefangene Bild zu gehen.

NB. Um die Richtigkeit dieses Verfahrens leichter deutlich machen zu können, sey $\alpha\beta$ (Fig. 16) das Bild im Fernrohre, von welchem die Strahlen unmittelbar auf das Ocular A gelangen, in dessen optischem Mittelpuncte c sich die Hauptstrahlen schneiden. Stellt nun BC eine auf der optischen Axe des Instrumentes senkrechte Tafel vor, welche in der Entfernung cd vom Oculare die durch letzteres fahrenden Strahlen auffängt, so ist ab die Gröfse des Bildes auf dieser Tafel, acd der Winkel, unter welchem das vergröfserte halbe Bild erscheint. Nennt man diesen Winkel m, den, unter welchem das halbe Bild ohne Instrument erscheint, n, so ist $\frac{\text{tang.}\, m}{\text{tang.}\, n} = \mu$ die Vergröfserungszahl. Man hat daher

$$\text{tang.}\, m = \mu \;\text{tang.}\, n,$$

$$\text{tang.}\, m = \frac{\frac{1}{2}\, ab}{cd},$$

mithin

$$\mu = \frac{ab}{2 \,.\, cd \,.\, \text{tang.}\, n},$$

welche Formel obiger Regel gemäfs ist. *(B.)*

2. Ein Differenzialbarometer und Windmesser. Von *Wollaston.*

(Phil. trans. for the year 1829. *P. I., p.* 133*)*

Dieses Instrument hatte ursprünglich die Bestimmung, die Kraft anzugeben, mit welcher die Luft in Kaminen verschiedener Art aufsteigt; weil es aber sehr empfindlich gemacht werden kann, so dürfte es wohl auch zu anderen Zwecken nützliche Dienste leisten. Fig. 17 stellt es vor. Es besteht aus einer Glasröhre, welche im Lichten wenigstens $^1/_4$ Z. weit, und in der Mitte wie ein Heber zu zwei parallelen Schenkeln auf-

gebogen ist. Jeder dieser zwei Schenkel ist in den Boden eines prismatischen Gefäſses eingekittet, das durch eine Scheidewand in zwei mit einander nicht in Gemeinschaft stehende Abtheilungen getheilt ist, so daſs ein jeder Schenkel der Röhre mit einer, der andere mit der zweiten Abtheilung communicirt. Eine dieser Abtheilungen ist oben offen, die andere hingegen ist ganz geschlossen, bis auf eine Öffnung an der Seitenwand, in welcher sich eine Röhre befindet. In dieses Gefäſs kommt zuerst so viel Wasser, daſs es, wenn es in die Glasschenkel hinabgeflossen ist, in denselben eine 2 — 3 Z. hohe Wassersäule bildet. Hierauf wird Öhl nachgegossen, so daſs damit nicht bloſs die Glasröhre ganz gefüllt wird, sondern auch noch in jeder Abtheilung des Gefäſses eine über $^1/_2$ Z. tiefe Schichte desselben bleibt.

Das Instrument ist als adjustirt anzusehen, sobald die Wassersäulen in beiden Gefäſsabtheilungen gleich hoch stehen. Beim Gebrauche, dessen Art der Name des Instrumentes hinlänglich bezeichnet (Bestimmung des Unterschiedes im Luftdrucke an zwei Stellen), bringt man die horizontale Röhre, welche mit einer Abtheilung des Gefäſses communicirt, in die Öffnung, welche zu den Raum führt, wo ein anderer Luftdruck herrschen soll, als an dem, wo sich das offene Gefäſs befindet, z. B. in einem Kamin, in welchem ein Luftzug herrscht. So wie nun der Luftdruck auf das Öhl in diesem Gefäſse stärker wirkt, als in dem anderen, so steigt die Wassersäule im anderen Arme der heberförmigen Röhre, bis das Gewicht der gehobenen Säule den Unterschied im Druck ausgeglichen hat.

Hierbei wirkt nicht bloſs der Überschuſs der längeren Wassersäule über die kürzere als Gegengewicht, weil in dem Arme, wo der gröſsere Druck herrschte, nicht bloſs die Wassersäule kürzer, sondern auch die

Öhlsäule länger wird, so daſs der Druckunterschied der Differenz zwischen der Wasser- und einer gleichen Öhlsäule gleich kommt, welche bei dem Gewichte des anzuwendenden Öhles (Baumöhles) $^1/_{11}$ des scheinbaren Unterschiedes in der Länge der Wassersäule entspricht. Daher ist bei einem bestimmten Unterschiede im Luftdrucke, welcher durch dieses Instrument untersucht wird, der Unterschied in der Höhe der zwei Wassersäulen im Stande des Gleichgewichtes eilf Mal gröſser, als wenn man die Röhre bloſs mit Wasser gefüllt hätte.

Sollte man zu besonderen Zwecken eine noch grössere Empfindlichkeit verlangen, so läſst sich auch diese erreichen. Man braucht nur eine gröſsere oder geringere Menge Weingeist mit dem Wasser zu mischen, und dadurch den Unterschied im specifischen Gewichte dieser Flüssigkeit und des Öhles kleiner zu machen.

Schlieſst man beide Abtheilungen des prismatischen Gefäſses, und bringt an der oberen Wand jedes derselben eine Röhre an, die sich seitwärts wie der Trichter einer Trompete erweitert, so läſst sich dieses Instrument auch als Windmesser (Anemometer) brauchen.

3. Methode, das Licht der Sonne mit dem der Fixsterne zu vergleichen. Von *Wollaston.*

(Ebendaselbst, p. 19.)

Wollaston hat, wie er in dem Aufsatze erwähnt, woraus Nachfolgendes entlehnt ist, schon im Jahre 1799 mehrere Versuche angestellt, um das Verhältniſs zwischen der Lichtstärke der Sonne und einer Kerzenflamme auszumitteln. Er bediente sich schon damals der Methode, welche *Rumford* weiter ausgebildet hat, und in der Vergleichung der Schattenschwärze von einem Körper besteht, welcher zugleich von zwei Lichtquellen

beleuchtet ist. Er leitete zu diesem Behufe einen Sonnenstrahl durch eine an einem Fensterladen angebrachte kleine kreisförmige Öffnung in ein verfinstertes Zimmer, und stellte in den Weg des Strahles einen undurchsichtigen Cylinder, welcher auf eine Wand einen Schatten warf; beleuchtete denselben Cylinder zugleich mittelst einer Kerzenflamme, so daſs er einen zweiten Schatten werfen muſste, und fand dann auf die bekannte Weise, wenn beide Schatten durch Annähern oder Entfernen der Kerze vom Cylinder gleich intensiv geworden waren, das Verhältniſs der Lichtstärke beider Lichtquellen. Auf ähnliche Weise verglich er das Licht des Mondes mit dem einer Kerzenflamme. Auf solche Weise fand er, daſs das Licht der Sonne so stark ist, wie das von 5563 Kerzen in der Entfernung von einem Fuſs, das des Mondes hingegen nur $^1/_{144}$ von dem einer Kerzenflamme in einem Fuſs Entfernung, so daſs das Licht der Sonne nahe ein Millionen Mal gröſser ist als das des Mondes, und demnach auch mehrere Millionen Mal gröſser als dasjenige, welches uns alle Fixsterne zusammen genommen zusenden.

Obige Vergleichungsmethode hat *Wollaston* aber durch eine andere sehr sinnreiche ersetzt. Er vergleicht das Licht der Sonne sowohl als das eines einzelnen Fixsternes mit dem eines dritten, gleichsam constanten Körpers, nämlich einer Kerzenflamme, und findet hieraus das Verhältniſs zwischen der Lichtstärke der Sonne und des Fixsternes selbst. Zu diesem Ende läſst er das Licht der Sonne auf eine mit Quecksilber gefüllte Thermometerkugel von bestimmter Gröſse, die gleichsam einen Convexspiegel vorstellt, auffallen, und sieht das verkleinerte Bild in dieser Kugel mit einem Auge mittelst eines Fernrohres aus einer bestimmten Entfernung an, während er eben so das Bild einer Kerzenflamme mit-

telst einer Convexlinse von bekannter Brennweite mit dem anderen Auge betrachtet, und die Kerze so weit von der Linse, die er am Auge hält, entfernt, bis ihm das Bild der Flamme und das der Sonne von gleicher Lichtstärke erscheint. Um beiden Bildern einerlei Farbe zu geben, bringt er sowohl vor dem Oculare des Fernrohres als vor der Sammellinse ein gelbes Glas an. *Wollaston* hält es für zweckmäſsig, zwei Kerzen in Bereitschaft zu halten, eine Unschlitt- und eine Wachskerze, und zwischen dem Ergebnisse der Vergleichung des Sonnenbildes mit den Flammen beider Kerzen einen Mittelwerth zu suchen. Um den Einfluſs der Veränderlichkeit der Atmosphäre unschädlich zu machen, räth er, zu verschiedenen Zeiten den Versuch zu wiederholen, denselben Stern in Örtern von verschiedener Breite bei gleicher Rectascension und sogar in verschiedenen Hemisphären zu beobachten, und aus den gewonnenen Resultaten einen Mittelwerth zu nehmen.

Die numerische Ausmittelung des Verhältnisses der Lichtstärke geschieht leicht auf folgende Weise:

Da das Sonnenbild im Convexspiegel in der Entfernung des halben Radius des Spiegels (der Glaskugel) von seiner Oberfläche und unter demselben Winkel erscheint, unter welchem man die Sonne selbst sieht; so müſste dieses Bild einem Auge, das sich an der Oberfläche des Glases befindet, eben so leuchtend erscheinen, wie die Sonne selbst. Da nun der Durchmesser des Bildes in demselben Verhältnisse kleiner erscheint, in welchem sich das Auge vom Spiegel entfernt, so muſs für die Entfernung D des Auges vom Spiegel, dessen Radius R heiſst, der Durchmesser des Sonnenbildes in dem Verhältnisse $\frac{R}{4} : D$ kleiner erscheinen, und die Lichtstärke desselben in dem Verhältnisse $1 : \left(\frac{4D}{R}\right)^2$ vermindert seyn.

Befindet sich das Auge in einer solchen Entfernung von der Kugel, daſs bei der Vergleichung sowohl der Sonne als eines Sternes mit der Kerzenflamme letztere von der Kugel nicht in beiden Fällen gleich weit entfernt ist, und z. B. d die Entfernung der Kerzenflamme von der Kugel bei der Vergleichung derselben mit der Sonne, und δ jene bei der Vergleichung der Flamme mit einem Sterne ist; so ist $\frac{4\,D\,\delta}{R\,d}$ die Distanz, bei welcher das Sonnenbild eben so hell erscheint, als das Bild des Sternes, und die Lichtstärke des Sonnenbildes verhält sich zu der des Sternbildes wie $1 : \left(\frac{4\,D\,\delta}{R\,d}\right)^2$.

Wird bei der Vergleichung des Sonnenbildes mit dem eines Kerzenlichtes eine Kugel vom Durchmesser b, und eine Linse von der Brennweite l, hingegen bei der Vergleichung des Sonnenbildes mit dem der Kerzenflamme eine Kugel vom Durchmesser β, und eine Linse von der Brennweite λ gebraucht, so ist das Verhältniſs, der scheinbaren Durchmesser der Kerzenbilder, in beiden Fällen wie $\frac{b}{l} : \frac{\beta}{\lambda}$, und die Entfernung, in welcher das Sonnenbild mit dem des Sternes von gleicher Helligkeit erscheint, ist demnach $\frac{4\,D}{B} \cdot \frac{\delta}{d} \cdot \frac{\lambda}{l} \cdot \frac{b}{\beta}$, und daher die Lichtstärke des Sonnenbildes zu der der Sonne wie

$$1 : \left(\frac{4\,D\,b\,\lambda\,\delta}{B\,d\,l\,\beta}\right)^2.$$

Wollaston hat mehrere Fixsterne in der benannten Beziehung wirklich mit der Sonne verglichen, wie z. B. den Sirius. Sieben solche Vergleichungen gaben folgende Resultate:

1. Vergleichung des Sonnenbildes mit dem einer Kerzenflamme.

Zeit der Beobachtnng.	B	D	b	d	l
10. März 1826.	0.19 Z.	1440 Z.	0.44 Z.	68 Z.	2.0 Z.
14. » 1827.	0.26 »	2928 »	0.26 »	42 »	2.5 »
16. » —	0.26 »	2928 »	0.26 »	28 »	2.5 »
16. » —	0.11 »	1440 »	0.26 »	41 »	2.5 »
25. » —	0.26 »	2928 »	0.26 »	36 »	2.5 »
25. » —	0.11 »	1440 »	0.26 »	57 »	2.5 »
6. April —	0.11 »	1440 »	0.26 »	49 »	2.5 »

Das Fernrohr, womit das Sonnenbild angesehen wurde, vergröfserte 36 Mal. Vor dem Oculare befand sich ein gelbes Glas.

2. Vergleichung des Sirius mit einer Kerzenflamme.

Die Beobachtungstage sind dieselben wie bei den vorhergehenden Versuchen, auch wurde das Bild des Sirius wieder mit einem 36 Mal vergröfsernden Fernrohre angesehen, doch waren vor das Ocular desselben zwei gelbe Gläser gestellt. Es dürfen demnach nur die Werthe von β, δ, λ angegeben werden:

β	δ	λ
0.44	216	2.0
0.44	165	2.0
0.44	246	2.0
0.44	170	2.0
0.26	102	2.5
0.26	90	2.5
0.26	93	2.0

Wird der Werth des Ausdruckes $\left(\frac{4 . D\, b\, \delta\, \lambda}{B\, \beta\, d\, l}\right)$ für jede einzelne Beobachtung berechnet, und aus allen das

Mittel genommen, so findet man 108.809, einen Werth, dessen Quadrat angibt, wie viel Mal das Sonnenlicht stärker ist als jenes des Sirius. Man erhält

$$(108.809)^2 = 11.839.533.000;$$

und wenn man annimmt, daſs durch Reflexion die Hälfte des Lichtes verloren geht, so findet man das Sonnenlicht 20.000.000.000 stärker als das des Sirius.

4. Ein Goniometer. Von *G. A. Majocchi.*

(Bibl. ital. Aprile 1829, *p.* 37.*)*

Dieses Goniometer besteht aus zwei Linealen *AB*, *CD* (Fig. 18), welche mittelst eines Bolzens in *o* so mit einander verbunden sind, daſs sie sich um denselben bewegen, und jede Neigung gegen einander annehmen können. In einem Drittel ihrer Länge und in gleichen Entfernungen vom Mittelpuncte der Bewegung befinden sich zwei andere Bolzen *e*, *g*, um welche sich zwei metallene Stäbe *ef*, *gh* drehen können, deren jeder so lang ist, wie die Stäbe *oe* und *og*, deren Länge einem Drittel der Länge von *AB* oder *CD* gleicht. In *f* sind die Stäbe *ef*, *gf* charnierartig verbunden, so daſs alle vier Stäbe *oe*, *og*, *ef*, *gf* bei jeder Öffnung des Instrumentes ein Quadrat oder einen Rhombus bilden. Die Lineale *AB*, *CD* haben der Länge nach einen Ausschnitt, der sich von einem Ende derselben durch zwei Drittheile ihrer Länge erstreckt, so daſs das Instrument sowohl die Gestalt *X* als die Gestalt *Y* annehmen kann. Den Winkel, welchen die zwei Stäbe *ef* und *gf* mit einander einschlieſsen, miſst der eingetheilte Halbkreis *prq*, welcher an dem Apparate befestiget ist.

Will man nun mit diesem Instrumente den Winkel messen, welchen zwei Ebenen mit einander machen, so gibt man dem Instrumente die Gestalt *X*, und öffnet

die zwei Lineale so weit, daſs sie die beiden Ebenen berühren, in welchem Falle der Halbkreis den zu messenden Winkel aus der Lage der Stäbe *ef* und *gf* erkennen läſst.

5. Methode, die Hitze einer Flamme zu erhöhen. Von *Brewster*.

(Journ. of sc. N. I. N. 5. p. 104.)

Bekanntlich bildet eine gewöhnliche Gasflamme einen hohlen Kegel, weil das brennbare Gas nur von aussen mit der atmosphärischen Luft oder mit Sauerstoffgas in Berührung steht. Um einen vollen Lichtkegel zu erzeugen, müſste man das brennbare Gas immerwährend mit Sauerstoffgas gemengt erhalten, man dürfte dann aber auch erwarten, daſs die Hitze einer solchen Flamme ohne Vergleich intensiver ausfiele, als die eines gewöhnlichen Gaslichtes. Demnach läuft, wenn man die Hitze einer gewöhnlichen Gasflamme bedeutend erhöhen will, alles darauf hinaus, ein Mittel zu finden, wodurch das aus dem Gasbehälter oder dem Brenner ausströmende Gas sich eher mit Sauerstoffgas fast gleichförmig mengt, als es in Brand gesetzt wird; und ein solches Mittel liefert folgende Einrichtung einer Gaslampe. An den verticalen Fortsatz *MN* (Fig. 19) einer gewöhnlichen Gaslampe bringe man eine Seitenröhre *a b c* an, welche mit dem inneren Canal der Gasausfluſsröhre *MN* in Communication steht, und mit einem Hahn verschlossen werden kann. In die obere Öffnung dieser Röhre läſst sich eine zweite, unten offene, oben aber verschlossene *c e* einschieben, welche das durch die Röhre *b c* in sie einströmende Gas in einen hohlen Ring *f d* leitet, welcher an seiner inwendigen Fläche mit vier kleinen Ausfluſsöffnungen versehen ist. Sobald nun der Gashahn *A* geöffnet wird, strömt nicht bloſs durch *M* ein Gasstrom

heraus, sondern es dringt auch eine geringe Portion des brennbaren Gases durch den Weg *abcd* in den hohlen Ring, und theilt sich in vier Portionen, welche durch die vier Löcher ausfliefsen, und, wenn sie angezündet werden, vier kleine convergirende Flämmchen bilden. Das aus *M* ausströmende Gas hat hinlänglich Zeit, sich mit dem Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft zu mengen, bevor es die Flämmchen am Ringe *fd* erreicht und selbst entzündet wird. Mittelst der Zugröhre *ce* kann man leicht bewirken, dafs zwischen *M* und dem Ringe *fd* mehr oder weniger Raum bleibt, und daher das ausströmende Gas sich stets in gleichem Mafse mit Sauerstoffgas mengen kann, es mag der Hahn *A* ganz oder nur zum Theil offen seyn, und daher viel oder wenig Gas ausströmen lassen. Man hat demnach hier einen Strom von Knallgas, wiewohl im Gasbehälter nur brennbares Gas (Öhlgas) enthalten ist. *Brewster* erhielt auf diese Weise eine Flamme mit so intensiver Wärme, dafs er darin Eisendraht schmelzen konnte.

6. Eine neue monochromatische Lampe. Von *Brewster*.

(Ebend. p. 108.)

Brewster hat am 21. Februar 1826 der *Society of Arts* einen Versuch gezeigt, wie man die Flamme des Knallgases einer tragbaren Lampe in eine Masse homogenes gelbes Licht verwandeln kann, indem er einen Platindraht oder ein Glimmerstreifchen darein hielt. Nun hat er aber denselben Zweck dadurch erreicht, dafs er einen Ring aus grober Dochtbaumwolle über oder unter den Ring *fg* der Gaslampe, Fig. 19, die das Knallgas auf die vorhin beschriebene Weise liefert, anbringt, und ihn in einer gesättigten Kochsalzlösung tränkt.

Geht die Knallgasflamme durch diesen Ring, so ver-

wandelt sich die vorher blaue Lichtmasse in gleichartiges gelbes Licht, das so lange anhält, ohne daſs man den Wollring in neuer Salzlösung zu tränken braucht, daſs man dabei Zeit genug hat, etwaige optische Versuche anzustellen, die ein homogenes Licht fordern. Die Wirkung dieser Vorrichtung soll überraschend seyn, indem die Intensität des gelben Lichtes einen sehr bedeutenden Grad erreicht.

Obigen Ring kann man auch aus Schwamm oder aus Asbest machen, und ihn mittelst einer besonderen Vorrichtung versehen, die ihm durch Capillarität die Salzauflösung zuführt.

VII.

Fortschritte der Physik in der neuesten Zeit.

Wärme.

Untersuchungen über die specifische Wärme der Gase. Von *Dulong*. (Frei übersetzt.)

(Ann. de Chim. et de Phys. Tome 41, *p.* 113.*)*

Man bedarf zur Beantwortung vieler theoretischen oder practischen Fragen die Kenntniſs der Wärmemenge, die einer gewissen thermometrischen Wirkung in einem oder dem anderen Körper entspricht, mithin der specifischen Wärme verschiedener fester, tropfbarer oder gasförmiger Körper, und der Gesetze, nach denen sie sich ändert, wenn sie überhaupt nicht constant ist. Wie wichtig es ist, diese Gröſse zu bestimmen, sieht man seit geraumer Zeit ein, wie man aus den zahlreichen Arbeiten über diesen Gegenstand abnehmen kann.

Die Bestimmungsmethoden, welche auf feste oder

tropfbare Körper anwendbar sind, haben in der neuesten Zeit bedeutende Verbesserungen erhalten; bei gasförmigen hingegen walten besondere Schwierigkeiten ob, die gröfsten Theils davon herrühren, dafs ihre kleinsten Theilchen eine so grofse, und für jede Gasart verschiedene Beweglichkeit besitzen, und daher die Wirkungen, welche man der Analogie nach als Mafsstab für die specifische Wärme brauchen zu können glaubt, noch von einer anderen Ursache herrühren, oft sogar von der Verschiedenheit der spec. Wärme ganz unabhängig sind. Ferner gewinnt obige Frage in Bezug auf die letzte Körperclasse noch einen gröfseren Umfang: Die Variationen der Temperatur, die bei den festen und tropfbaren Körpern mit einer entsprechenden Volumenänderung nothwendig verbunden sind, lassen sich bei gasförmigen isolirt beobachten, so dafs man bei ihnen die spec. Wärme auf zweifache Weise betrachten kann, nämlich bei der Änderung des Volumen unter einem constanten Drucke, und unter demselben Volumen und einer gröfseren oder geringeren Expansivkraft. Endlich ist es sehr wahrscheinlich, dafs Volumenänderungen von solcher Gröfse, wie man sie bei Gasen beobachten kann, am Coefficienten der spec. Wärme grofse Variationen erzeugen; ein Umstand, der es nothwendig macht, die Gesetze dieser Variationen zu erforschen. Diese Puncte kennen wir bis jetzt, ungeachtet der Bemühungen so vieler Physiker, bei weitem noch nicht vollständig.

Ich übergehe die Geschichte der ersten hieher gehörigen Bemühungen, deren Fehlgriffe bereits lange bekannt sind; man glaubte wenigstens in Bezug auf die spec. Wärme der Gase unter beständigem Drucke durch die grofse und mit Recht geschätzte Arbeit der Herren *Laroche* und *Berard* *) zur völligen Gewifsheit gelangt

---

*) *Ann. de Chim. T.* 85, *p.* 72 u. 113.

zu seyn, bis zuerst *Haykraft* und die Herren *La Rive* und *Marcet* die Resultate der französischen Physiker in Zweifel zogen, und auf anderem Wege den Satz fanden: dafs alle, sowohl die einfachen als die zusammengesetzten Gase unter demselben Volumen und bei derselben Ausdehnsamkeit einerlei spec. Wärme besitzen. Man mufs aber erinnern, dafs ersterer seine Apparate nicht mit der nöthigen Umständlichkeit beschrieben hat, um die Fehler seiner Methode beurtheilen zu können.

Die Umstände, die zu einer gewissen Zeit ganz gleichgültig schienen, können beim weiteren Fortschreiten der Wissenschaft eine grofse Wichtigkeit erlangen. *Haykraft's* Apparat *) ist nicht wesentlich von dem *Laroche's* und *Bérard's* verschieden; aber jener hat, anstatt wie diese die Temperaturerhöhung im Calorimeter durch ein bestimmtes Gasvolumen zu messen, zwei einander gegenüberstehende, einander ganz gleiche Apparate angebracht, und untersucht, ob unter ganz gleichen Umständen gleiche Volumina zweier verschiedener Gase beiden Calorimetern gleiche oder ungleiche Wärmemengen mittheilen. Er glaubte daraus das Gesetz ableiten zu können, dafs alle einfachen und zusammengesetzten Gase bei gleichem Volumen dieselbe Wärmecapacität besitzen. Es ist klar, dafs dieses nur bei gleichem und constanten Drucke der Fall seyn soll, wiewohl sich der Verfasser darüber nicht erklärt. Er hat auch nur sechs Gase untersucht, worunter vier einfache und zwei zusammengesetzte, nämlich das Kohlensäuregas und das öhlbildende Gas, und von diesen hat das letztere stets eine höhere Capacität gezeigt. Schon die Versuche von *Laroche* und *Bérard*, und unsere Bemerkungen über den

*) *Edinburg phil. trans. Ann. de Chim. T.* 26, *p.* 298: und *Gilb.* Ann. B. 76, S. 289.

Fehler, von welchem der Coefficient in Betreff des Hydrogengases *) behaftet ist, machen es sehr wahrscheinlich, daſs die einfachen Gase unter demselben Volumen dieselbe spec. Wärme besitzen. *Haykraft's* Versuche bestätigen zwar diesen Satz, doch glaube ich nicht, daſs man dadurch berechtiget ist, ihn auf zusammengesetzte Gase auszudehnen. Nur das Kohlensäuregas hatte unter allen Körpern dieser Classe allein keine gröſsere spec. Wärme, und es ist nicht erlaubt, das Resultat einer einzigen Beobachtung auf alle anderen Körper auszudehnen. Unglücklicher Weise macht es der Mangel aller Detailangabe in der Beschreibung der wesentlichen Theile von *Haykraft's* Apparat unmöglich, die Zweifel zu heben, welche einem beim Lesen seines Mémoires aufstoſsen. Es hätte angegeben werden sollen, wie das Schlangenrohr im Calorimeter angebracht war, ob sich alle Krümmungen desselben in einerlei Horizontal- oder Verticalebene befanden, oder ob es eine Schraubenform hatte, wie es oft der Fall ist; ferner ob die Gase von oben oder von unten eingelassen wurden, und doch ist keiner dieser Umstände gleichgültig. Es scheint, *Haykraft* habe sich eines Kugelthermometers bedient, und er übergeht es ganz, anzugeben, wie er die mittlere Temperatur des Calorimeters genau ausgemittelt hat. Graf *Rumford* empfahl ein Thermometer mit einem Cylinder, dessen Länge der Tiefe des Gefäſses gleich kommt. Ich habe aber schon früher gezeigt, daſs man auf diesem Wege noch sehr groſse Fehler machen kann, und daſs es weit vorzüglicher sey, die Flüssigkeit umzurühren, um ihr eine gleichförmige Temperatur zu ertheilen. Bei der Unkenntniſs des Calorimeters und der Verfahrungsweise *Haykraft's* kann man auch die Fehler,

*) *Ann. de Chim. et de Phys. I. p.* 406.

denen er ausgesetzt seyn konnte, nicht beurtheilen; und da er keiner Vorsicht erwähnt, die angewendet worden, um sich gegen die Wirkungen der ungleichförmigen Vertheilung der Wärme bei verschiedenen Gasen zu sichern, so ist es sehr wahrscheinlich, dafs die so geringe Differenz, welche zwischen der Capacität des Kohlensäuregases und der der einfachen Gase Statt findet, aus den vorhin angegebenen Ursachen sich nicht gezeigt hat.

Einige Zeit nach *Haykraft* haben *La Rive* und *Marcet* über denselben Gegenstand eine sehr ausführliche Arbeit *) bekannt gemacht, und sind durch ein ganz anderes Verfahren zu demselben Schlusse gelangt, wie *Haykraft*, mit dem Unterschiede, dafs sich das von jenem ausgesprochene Gesetz nur auf Gase bezieht, die unter einem gleichen und constanten Drucke stehen, und dafs diese ein constantes Volumen voraussetzen. Die Anlage dieser zwei jungen Gelehrten, die Sorgfalt, mit welcher ihre Beobachtungen gemacht zu seyn scheinen, die Einfachheit des Gesetzes, dessen Übereinstimmung mit den Resultaten *Haykraft's*, alles dieses schien dazu beizutragen, um der Meinung der Genfer Physiker eine grofse Wahrscheinlichkeit zu verleihen. Prüft man aber die Grundsätze, auf denen ihre Versuchsweise beruht, genau, so wird man bald gewahr, dafs das Phänomen, worauf sie fufsten, viel zu complicirt sey, als dafs es möglich wäre, daraus auf die spec. Wärme der Gase schliefsen zu können. Sie beobachteten die Erkaltung oder Erwärmung verschiedener Gase unter demselben Volumen, in demselben Gefäfse, und unter denselben Einflüssen, und glaubten daraus auf ihre spec. Wärme schliefsen zu können. Es gibt eine nothwendige Ver-

*) *Annal. de Chim. et de Phys. T.* 35, *p.* 5. Zeitschr, Bd. III., S. 214.

bindung zwischen der spec. Wärme eines Körpers und der Zeit, innerhalb welcher sich unter Einwirkung einer äuſseren Ursache seine Temperatur ändert. Ich und *Petit* *) haben die Vorsichten angegeben, die angewendet werden müssen, damit in Betreff fester Körper diese Verbindung in ihrer gröſsten Einfachheit auftrete, und die Abkühlungszeit unmittelbar das Verhältniſs der spec. Wärme angebe. Zuerst ist nothwendig, daſs die durch die Umhüllung des zu prüfenden Körpers absorbirte oder verloren gegangene Wärme nicht ein zu kleiner Bruchtheil der ganzen beim Versuch verlorenen oder gewonnenen Wärme sey, und dieses ist bei gasförmigen Körpern zu erreichen unmöglich.

Den ersteren Versuch haben *La Rive* und *Marcet* mit einem Glasballon von 4 Centim. Durchmesser und fast $^1/_2$ Millim. Dicke angestellt. Bei diesen Dimensionen betrug das Gewicht des Glases 7.017 Gm., das der Luft bei $0^m.65$ Luftdruck und 20° *C.* Wärme 0.036 Gm. Die zur Temperaturveränderung der Hülle nöthige Wärme steht in dem Verhältnisse 126 : 1 mit der, welche man zur gleichen Temperaturveränderung der darin enthaltenen Luft gebraucht hätte. Für ein Gas, dessen Capacität um 0.25 gröſser ist als die der atmosphärischen Luft, beträgt die diesem Capacitätsunterschiede entsprechende Wärme $^1/_{500}$ der ganzen Menge. Wie sollte man so kleine Bruchtheile wahrnehmen können. Der Zeitunterschied der Erwärmung oder Erkältung für beide Fälle beträgt bei 5′ nur 36 Terzien.

Bei den ersteren Versuchen wurde der Ballon, welcher das Gas unter einem bestimmten Drucke und bei der Temperatur von 20° enthielt, in ein Wasserbad von 30° getaucht. Die Erwärmung dauerte 4″, wurde durch

*) *Ann. de Chim. et de Phys. T.* 10, *p.* 400.

die Zunahme der Elasticität des Gases selbst gemessen, und fand sich für jedes Gas verschieden ein Resultat, welches die Verfasser mit Recht einer Verschiedenheit der Leitungsfähigkeit zuschrieben. Schon oft glaubten Physiker in Betreff der Leitungsfähigkeit der verschiedenen Gase eine Verschiedenheit zu bemerken, doch wurde diese Eigenschaft nie scharf bestimmt.

Das, was wir Erkältungsvermögen *(pouvoir refroidissant)* der Gase *) nennen, ist eine zusammengesetzte Wirkung, die zugleich von ihrer Capacität und der Ungleichheit der Masse ihrer letzten Bestandtheile abhängt, woraus dann die Ungleichheit der Geschwindigkeit hervorgeht, die ihnen durch denselben Impuls mitgetheilt wird. Wir haben die Mittel, diesen Coefficienten und die Gesetze, nach denen er sich mit der Elasticität jedes Gases und dem Temperaturüberschuſs des festen Körpers ändert, kennen gelehrt. So oft es sich um die Ausmittelung des in einem Körper durch Berührung eines Gases von bekannter Elasticität und bei gegebenem Temperaturunterschiede verursachten Wärmeverlustes handelt, läſst sich diese Wirkung nach den in jenem Mémoire aufgestellten Principien berechnen. Aber oft hat man es mit der den Wänden des Gefäſses entführten Wärmemenge, und mit der gröſseren oder geringeren Schnelligkeit, mit welcher sich eine Gasmasse mit denselben ins Gleichgewicht setzt, zu thun. In diesem Falle muſs man nun die ungleiche Beweglichkeit der flüssigen Theilchen ins Auge fassen, doch kann man dieses Phänomen nicht mehr der Rechnung unterwerfen, um so mehr, als es von den Dimensionen und der Gestalt des Gefäſses abhängt. Bevor diese Eigenschaft vollkommen ins Reine gebracht und auf ihre Urquelle zurückgeführt

---

*) *Annals de Chim. etc. T. 7, p.* 350.

ist, würde man etwas auf Rechnung des Capacitätsunterschiedes setzen, das demselben ganz fremd ist, und nur von der verschiedenen Dichte der Gase abhängt. Man könnte nach Verschiedenheit der Einrichtung des Apparates ganz verschiedene Folgerungen in Betreff der Ordnung, in welcher die Gase nach ihrer Capacität auf einander folgen, ziehen. Befindet sich das Thermometer in der flüssigen Masse, so bringt das beweglichere Gas den merklichsten Effect hervor, und man muſs ihm die gröſsere Capacität zuerkennen [1]). Berücksichtiget man aber die Zeit, welche zwei gleiche Volumina verschiedener Gase brauchen, um sich mit dem Gefäſse ins Gleichgewicht zu setzen, so scheint das beweglichere Gas, welches dazu weniger Zeit braucht, die geringste Capacität zu haben [2]). Die Herren *La Rive* und *Marcet* glaubten sich gegen die Wirkungen der Leitungsfähigkeit durch Anwendung einiger Vorsichten zu schützen, die wir in unserem Mémoire über die spec. Wärme fester Körper angegeben haben. Sie setzten den Ballon, statt ihn schnell zu erwärmen, in ein luftleeres Gefäſs, dessen Wände bei einer beständigen und der der Gase überlegenen Temperatur erhalten würden. Sie nahmen auch bei allen Gasen keine merklichen Differenzen wahr, und schlossen daraus, daſs sie bei gleichem Volumen dieselbe Wärmecapacität besitzen. Man mag immerhin die Eigenschaft, die Wärme durchzulassen, bei den festen Körpern und den Gasen mit demselben Namen bezeichnen, aber vergessen darf man nicht, daſs die Leitungsfähigkeit der festen Körper, die ohne Zweifel nur in einem Strahlen in geringen Entfernungen besteht, von der Ortsveränderung der ungleich erwärmten Theile

---

[1]) *Mém. d'Arcueil. T.* 1, *p.* 201.

[2]) *Journ. de Phys. Nov.* 1819. *T.* 89, *p.* 337.

der Flüssigkeiten, welche die Leitungsfähigkeit derselben ausmacht, ihrer Natur nach ganz verschieden ist. Um die durch *La Rive* und *Marcet* beobachteten Resultate, die sich nur auf diese letztere Eigenschaft und nicht auf die Capacität zu beziehen scheinen, würdigen zu können, muſs man bedenken: 1) daſs die in diesen Versuchen von den Gasen aufgenommenen Wärmemengen einen so kleinen Bruchtheil des ganzen Systemes ausmachen, daſs man ihn nicht zu schätzen vermag; 2) daſs die zur Erwärmung verschiedener Gase um eine gleiche Anzahl Wärmegrade verwendete Zeit bei den betreffenden Versuchen ausschlieſslich von der schnelleren oder langsameren Verwechslung der inneren Theile der Flüssigkeit mit den äuſseren, welche unmittelbar durch die Umhüllung erwärmt werden, abhängt; 3) daſs, weil alle Flüssigkeiten einerlei Elasticität besaſsen, diese Zeiten um so verschiedener ausfallen muſsten, je gröſser der Temperaturüberschuſs des Gefäſses war, so daſs dieser Zeitunterschied ganz unmerklich werden konnte, wenn die Erwärmung sehr langsam vor sich ging; 4) daſs beim Wachsen der Temperatur das Gas stets die Temperatur der Hülle zu gering angeben muſste, daſs aber die Mischung der ungleich erwärmten Theile eines Gases desto schneller vor sich geht, je weiter seine kleinsten Theile von einander entfernt sind, oder je kleiner seine Elasticität ist; der Unterschied zwischen der Temperatur des Gases und der Gefäſswand muſs mit der Elasticität der Flüssigkeit abnehmen, und die Erwärmung verschiedener Gase wird desto mehr gleichzeitig zu seyn scheinen, je geringer die Elasticität der mit einander verglichenen Gase ist. Dieses letztere Resultat, nämlich die Verkürzung der Zeit, welche zur Erzeugung desselben thermometrischen Effectes an demselben Volumen eines immer mehr und mehr verdünnten Gases

nöthig ist, schien *La Rive* und *Marcet* ein unwiderlegbarer Beweis für die Richtigkeit ihres Verfahrens, und in einer neuen Arbeit, wovon uns in der letzten Sitzung der Academie ein Auszug mitgetheilt wurde *), sprechen sie dieselbe Idee wieder aus, welche sie in ihrem ersten Mémoire an Tag gelegt haben, nämlich daſs, weil ihr Apparat empfindlich genug ist, um die Capacitätsverminderung, welche von der Änderung der Dichte herrührt, anzuzeigen, er auch empfindlich genug sey, jene Verschiedenheit der Capacität anzugeben, welche von der Verschiedenheit der Natur der Gase herrührt. Es scheint mir aber, man müsse, um die Schärfe dieses Raisonnements zu zeigen, mit dem Beweise beginnen, daſs die Ungleichheit der Erwärmungszeiten gleicher Volumina desselben Gases bei verschiedenen Dichten ausschlieſslich von der Statt findenden Änderung der spec. Wärme abhänge. Wir wollen versuchen, zu zeigen, ob sich die fraglichen Resultate mit dieser Voraussetzung vereinbaren lassen.

Man findet in *La Rive's* und *Marcet's* Mémoire eine Reihe von Beobachtungen in Bezug auf die atmosphärische Luft bei einer Elasticität zwischen 65 und 26 Centim. Dabei wurde nicht die Erwärmungszeit, sondern die in derselben Zeit angenommene Temperaturerhöhung beobachtet, und dadurch die Vergleichung noch etwas erschwert. Geht man von den vorher angeführten Thatsachen aus, und berechnet die Temperatur des Gases nach Verlauf von 5′ in der Voraussetzung, daſs die Capacität durch Verdünnung auf Null gebracht worden, so findet man statt 6°.3, welche dem Gase unter dem Drucke

---

*) Auch diese Zeitschrift enthält ihn B. VI., S. 342; so wie die erstere Arbeit von *La Rive* und *Marcet*, von der bis jetzt immer die Rede war, in B. III., S. 214 vorkommt.

von 65 Centim. entsprechen, 6°.329. Aber nach vorläufigen Versuchen bewirkt schon eine Verminderung der Elasticität der Luft um 6 Centim. eine acht Mal gröfsere Differenz, so dafs die verdünnte Luft eine negative Capacität haben müfste *). Diese einwurfsfreie Rechnung

*) Es heifse S der Überschufs der Temperatur der Umgebung über die des Ballons, s dessen Oberfläche, e sein Emissions- oder Absorptionsvermögen, V sein Volumen, D die Dichte und C die mittlere spec. Wärme, endlich t die Zeit. Da es sich nur um kleine Differenzen handelt, so kann man die Erwärmungsgeschwindigkeit n der Gröfse T proportionirt setzen, so dafs man hat

$$\frac{dT}{dt} = - nT.$$

Aber n ist der Oberfläche S, dem Vermögen e direct, dem Gewichte VD des Gases und seines Gefäfses, und der Capacität C verkehrt proportionirt, und man hat daher

$$\frac{dT}{dt} = - \frac{Se}{VDC}\,T \quad \text{oder} \quad \frac{dT}{T} = - \frac{Se}{VDC}\,dt,$$

und durch Integriren

$$\log.\frac{A}{T} = \frac{Se}{VDC}\,t,$$

wo A der Werth von T für $t = o$ ist. Nach Verlauf der Zeit D gehe T bei einem Gas in T' über, bei einem anderen in T''. Es ist daher

$$\log.\frac{A}{T'} : \log.\frac{A}{T''} = \frac{1}{D'C'} : \frac{1}{D''C''}.$$

Heifst p das Gewicht des gläsernen Ballons, c dessen spec. Wärme, so ist für diesen allein

$$\log.\frac{A}{T'} : \log.\frac{A}{T''} = p''c'' + pc : p'c' + pc.$$

Bei den betreffenden Versuchen ist für die Luft bei $0^m.65$ und 20° C. $\frac{p'c'}{pc} = \frac{1}{126}$; man kann daher aus der vorhergehenden Proportion die Gröfse c'', sobald p'' gege-

zeigt, daſs man die schnellere Erwärmung desselben Gasvolumens nach der Verdünnung nicht einer Capacitätsverminderung zuschreiben darf. Es scheint mir überhaupt, man könne keinen Apparat so einrichten, und keine Versuchsweise wählen, nach der man aus der Erwärmungs- oder Erkältungszeit auf die spec. Wärme der Gase schlieſsen könnte Es verdienen daher die Resultate *Laroche's* und *Bérard's* noch immer das meiste Zutrauen, und wenn auch noch eine gröſsere Präcision wünschenswerth bleibt, so setzen sie doch das auſser Zweifel, daſs nicht alle einfachen oder zusammengesetzten Gase unter demselben Volumen dieselbe Wärmecapacität besitzen. Ihre Bestimmungen beziehen sich aber nur auf Gase, die unter einem constanten Drucke stehen, in Betreff der Voraussetzung eines constanten Volumens bleibt noch die Frage zu beantworten. Diese Beantwortung hat aber auf experimentalem Wege viel mehr Schwierigkeiten, als jene; bisher hat man hiezu sogar noch keine directe Methode. Glücklicher Weise hat *Laplace* zwischen der spec. Wärme der Gase in die-

---

ben ist, so wie T', T' für einen bestimmten Werth von δ, oder T'' für ein bestimmtes c'' berechnen. — In Betreff der Schluſsfolgen, welche die Herren *La Rive* und *Marcet* aus ihrem zweiten Mémoire ziehen, gilt dasselbe, was vom ersten gesagt wurde. Bei ihrem 22 Gr. schweren und 0.4 Gr. Luft fassenden Ballon wäre das Verhältniſs der zur Erzeugung einer bestimmten Temperaturveränderung der Luft und ihrer Hülle nöthigen Wärme $^1/_{56}$ statt $^1/_{126}$, wie bei den ersteren Versuchen. Auch hier schien die Erwärmung zu schnell vor sich zu gehen, um das Hydrogengas mit den übrigen in Übereinstimmung zu bringen. Hätte man den Ballon von auſsen mit Blattsilber belegt, man hätte gewiſs diese Differenz nicht erhalten, wiewohl das Gas in seinen kleinsten Theilchen so beweglich ist.

ser zweifachen Beziehung und der Fortpflanzung des Schalles eine Relation entdeckt, indem er zeigt, dafs der Unterschied zwischen der berechneten und der durch Beobachtung gefundenen Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in der Luft von den bei dieser Fortpflanzung vorfallenden Temperaturänderungen herrühre, und dafs man diese Differenz verschwinden mache, wenn man das Resultat der *Newton*'schen Formel für die Fortpflanzung mit der Quadratwurzel aus dem Verhältnisse der spec. Wärme der Luft unter constantem Drucke und unter constantem Volumen multiplicirt [1]). *Poisson* [2]) kam auf mehr directem und ganz von hypothetischen Voraussetzungen unabhängigem Wege zu demselben Resultate. Ein Versuch endlich von *Clement* und *Désormes* [3]) mit einem vollständigeren Apparate, und unter mehr abgeänderten Umständen von *Gay-Lussac* und *Welter* [4]) wiederholt, gab den numerischen Werth dieses Verhältnisses für die atmosphärische Luft, der, in die allgemeine Formel für die Geschwindigkeit des Schalles substituirt, obigen Unterschied bis auf einige Meter verschwinden macht.

Nach *Gay-Lussac* und *Welter* scheint das Verhältnifs der spec. Wärme in der zweifachen Beziehung für alle Temperaturen und unter jedem Drucke nahe constant zu seyn. Nach dieser Voraussetzung läfst sich sogar die Temperatursveränderung berechnen, die aus einer schnellen Änderung in der Dichte einer Luftmasse hervorgeht. Nimmt man noch dazu, was aber nicht

---

1) *Ann. de Chim. et de Phys. T.* 3, *p.* 238; *et Mec. cél. T.* 5, *p.* 123.

2) *Ann. de Chim. et de Phys. T.* 23, *p.* 337; und *Con. des tems* 1826, *p.* 257.

3) *Journ. de Phys. T.* 89, *p.* 333.

4) *Mec. cél. T.* 5, *p.* 125.

wahrscheinlich ist, daſs die Capacität auch für alle Temperaturen unter demselben Drucke constant ist, so könnte man daraus einen allgemeinen Ausdruck für die spec. Wärme der atmosphärischen Luft bei constanter Elasticität und bei unveränderlichem Volumen finden. Dehnt man diese Voraussetzung auf alle Gase aus, so kann man alle auf die spec. Wärme der Gase Bezug habenden Fragen auflösen, wenn nur das Verhältniſs zwischen der spec. Wärme in der zweifachen Beziehung, und die spec. Wärme bei bestimmtem Drucke gegeben ist. Sollte auch jene Voraussetzung der Natur nicht entsprechen, so wäre doch die Ausmittelung des Verhältnisses der zwei spec. Wärmen eine nützliche Acquisition für die Wissenschaft, weil man daraus die specifische Wärme unter constantem Volumen, die sich nicht unmittelbar bestimmen läſst, und die der Verdichtung oder Verdünnung eines Gases entsprechende Wärmemenge kennen lernen kann *).

---

*) Die geistreichen Untersuchungen *Dalton's (Mém. de Manch. v. 5, p 525. New Syst. of chem. phil. T. 1, p. 127)* zeigen, daſs die bei einer schnellen Änderung der Dichte eines Gases beobachtete Temperaturänderung von der wirklichen Änderung derselben weit entfernt ist, aber sie reichen nicht aus, diese Gröſse selbst genau anzugeben. Das von *Despretz (Ann. de Chim. et de Phys. T. 37, p. 182)* zum Behufe dieser Bestimmung bei der Verdichtung des Oxygens und eines brennbaren Gases angegebene Verfahren gewährt nicht einmal eine grobe Annäherung. Man braucht nur, um dieses einzusehen, zu wissen, daſs die bei der Compression des Oxygengases auf doppelte Dichte entwickelte Wärme nicht $^1/_{200}$ derjenigen macht, die bei der Verbindung desselben mit Kohle frei wird, und doch wird letztere nach *Despretz* Methode gemessen; und wenn andere Gase bei einer gleichen Verdichtung um $^1/_3$ oder $^1/_4$ mehr oder weniger Wärme gäben, so würden diese Differenzen nur $^1/_{1000}$

Bisher hat man diese Gröfse nicht genau finden können. Ich glaube, man gelange am sichersten zum Ziele, wenn man die wirkliche Geschwindigkeit des Schalles in jedem Gase sucht, und sie der Theorie *Laplace's* gemäfs mit *Newton's* Formel vergleicht.

Wir nehmen nun als erwiesen an, dafs das Quadrat des Quotienten der wirklichen Geschwindigkeit des Schalles in einem Gase, getheilt durch die nach *Newton's* Formel gefundene Geschwindigkeit, dem Verhältnisse der spec. Wärme unter constantem Volumen und unter constantem Drucke entspricht *).

Demnach beruht die Bestimmung dieses Verhältnisses auf der Untersuchung der Schallfortpflanzung in verschiedenen Gasen. Dieses kann auf indirectem Wege geleistet werden, den zuerst *Chladni* und *Jacquin* betreten haben, und welcher darin besteht, dafs man dieselbe Pfeife, wie eine Flötenpfeife eingerichtet, in verschiedenen Gasen bei derselben Temperatur ansprechen läfst, und je-

---

oder $^{2}/_{1000}$ der durch Beobachtung gefundenen Gröfse entsprechen, so dafs die gesuchte Wärme 15 oder 20 Mal kleiner wäre, als die unvermeidlichen Beobachtungsfehler. Hat *Despretz* den vorgeschlagenen Versuch wirklich angestellt, so hat er gewifs zwischen den bei der Verbindung des Oxygens von einfacher oder doppelter Dichte entwickelten Wärmemengen keinen Unterschied gefunden, das Verbrennungsproduct mag fest oder gasförmig seyn.

*) Ist h die Barometerhöhe, g die Intensität der Schwere, D die Dichte des Gases auf die des Quecksilbers bezogen, t die Temperatur, v die beobachtete Geschwindigkeit des Schalles, und k das Verhältnifs der spec. Wärme unter einerlei Druck und unter constantem Volumen; so hat man $k = \frac{v^2}{\frac{gh}{D}(1 + t \cdot 0.00375)}$.

des Mal die Tonhöhe bestimmt. Theilt sich die schwingende Luftsäule jedes Mal auf gleiche Weise ab, und gibt z. B. den tiefsten Ton, dessen sie fähig ist, so lernt man leicht die Länge der Schallwelle, und hieraus die Geschwindigkeit des Schalles im entsprechenden Gase kennen [1]). Aus *Chladni's* Versuchen läfst sich kein genaues Resultat zu unserem Zwecke ziehen. *Kerby* und *Merrich* [2]) in England haben *Chladni's* Apparat verbessert und viele Versuche angestellt, besonders auf die Bestimmung der Tonhöhe viel Aufmerksamkeit verwendet. Bald darauf hat *Benzenberg* [3]) in Düsseldorf mit *Chladni's* Apparat neue Versuche gemacht, er mafs aber die Schwingungsanzahl mit einem Monochord. Endlich hat R. *Van Rees* diesen Stoff im Jahre 1819 in Utrecht zum Gegenstand einer Inauguraldissertation gemacht, und zu diesem Zwecke in *Molls* Laboratorium viele Versuche sorgfältig angestellt. Doch gestatteten die dabei vorgefallenen Fehler nicht, das gesuchte Gesetz zu entdecken. Man mufs demnach die Hoffnung aufgeben, durch die genannten Mittel zum Ziele zu gelangen. Man mufs annehmen, dafs die Beobachtungsresultate nicht vergleichbar waren, weil man unreine Gase gewahlt, und das Anblasen auf eine Weise eingerichtet hat, dafs dadurch

---

1) Ist λ die Länge einer verdichteten oder verdünnten Welle, v die Geschwindigkeit des Schalles, t die Dauer einer halben Oscillation, so hat man $\lambda = v\,t$; oder, wenn n die Anzahl der Schwingungen in einer Sec. bezeichnet, $v = \lambda\,n$. Heifst nach *Bernoulli* die Anzahl der Knoten p, so ist $(p + 1)\,\lambda = l$, wo l die Länge einer beiderseits offenen Pfeife bedeutet. Für den tiefsten Ton ist $p = 0$, $\lambda = l$ und $v = l\,n$. Demnach ist die Geschwindigkeit des Schalles der Anzahl der Schwingungen, wodurch er erzeugt wird, proportionirt.

2) *Nicholson's* Journ. T. 27, p. 269; und T. 33, p. 161.

3) *Gilb.* Ann., n. F., T. 2, p. 12.

die Tonhöhe geändert wurde. Ich suchte deſshalb die der Sache anklebenden Schwierigkeiten zu beseitigen. Ich wollte zuerst den Grad der Genauigkeit kennen lernen, welchen man bei derlei Versuchen erreichen kann, und lieſs darum zwei Pfeifen von ungleichem Durchmesser ansprechen. Diese Pfeifen hatten jene Dimensionen, welche der Erfahrung gemäſs einen vollen Ton gestatteten, und ihn schwer verändern lieſsen; sie befanden sich in horizontaler Lage, in freier Luft, und mittelst eines Gasometers wurde ein constanter Luftstrom eingeblasen. Der anfängliche dabei herrschende Druck entsprach einer Wassersäule von 3 Cent. Schon *D. Bernoulli* hatte zur Vergleichung der Theorie mit der Erfahrung die von zwei verschieden langen, einerseits geschlossenen Pfeifen gegebenen Töne mit einander verglichen, und in eine derselben mit dem Munde geblasen, doch erhält man so keinen hinreichend deutlichen und anhaltenden Ton, um eine groſse Schärfe erwarten zu dürfen, und kann nur die Länge der vibrirenden Säule mit den musikalischen Intervallen vergleichen, die ihnen entsprechen, doch hat er auch die absolute Schwingungszahl gesucht *).

Die Formel gab für den Ton einer vierfüſsigen Orgelpfeife in einer Secunde 115 Schwingungen, und eine damit gleichgestimmte Saite vibrirte 116 Mal. Die Übereinstimmung ist wohl hinreichend groſs, doch wurde bei der Berechnung das Quecksilber 12000 dichter als die Luft bei 28 Z. Druck angenommen, welches eine Temperatur von 39 *C.* voraussetzt, die gewiſs beim Versuch nicht herrschte. Endlich findet jene Übereinstimmung nicht mehr Statt, wenn man statt der der alten Theorie entsprechenden Schallgeschwindigkeit in der Luft die

*) *Mém. de l'Acad. des sc. de Paris*, 1762, *p.* 467.

beobachtete setzt. Denn man findet, daſs der Ton der vierfüſsigen gedeckten Pfeife bei 20° *C.* 132.7 Vib. statt 116 machen muſste. Demnach ist *Bernoulli's* Versuch für uns unzureichend. Derselbe Geometer hat ein anderes, sehr sinnreiches, und wie es scheint sehr genaues Mittel angegeben, um die Länge einer der ganzen Dicke nach vibrirenden Luftsäule zu messen, welches darin besteht, daſs er einen eingetheilten Kolben in die Pfeife so weit hineinschiebt, bis sie denselben Ton gibt, wie im ganz offenen Zustande. Da gab der Abstand der Vorderfläche des Kolbens vom Rande der Pfeife die gesuchte Länge an. Dieses Mittels habe ich mich bedient, und zur Vergleichung der Töne *Cagniard Latour's Syrene* *) gebraucht, die für einen, der sich mit ihr vertraut gemacht hat, eine unbegrenzte Genauigkeit zuläſst. Die von mir gebrauchte Syrene hat einen Deckel, der hinreichend dick ist, um während der kurzen Unterbrechungen des Luftstromes dieselbe Geschwindigkeit beizubehalten. Ein Orgelblasbalg von *Grenié*, der durch gröſseres oder geringeres Belasten des Pedals die Geschwindigkeit des Windes nach Belieben wechseln läſst, diente dazu, die Bewegung der Platte bei der Geschwindigkeit zu erhalten, welche die Übereinstimmung des Tons der Syrene mit dem zu vergleichenden forderte. Bei reinen und starken Tönen ist das Ohr für sehr kleine Differenzen empfindlich, und da die Bewegung der Platte 4′ anhielt, wenn die Töne im Unisono waren, so werden die aus der Beschleunigung oder Verzögerung der Platte herrührenden Fehler auf groſse Intervalle vertheilt, und verlieren dadurch den Einfluſs nach einem ähnlichen Principe, wie bei der Repetition der Winkel. Folgende Tafel enthält die Resultate meiner Versuche:

---

*) *Ann. de Chim. et de Phys. T.* 12, *p.* 167; und *T.* 18, *p.* 438.

Zustand der Mündung.	Zahl des Versuches.	Länge der Pfeife.	Tiefe der Pfeife.	Breite der Pfeife.	Breite der Mündung	Wasserdruck im Gasometer.	Schwingungszahl in 1 Sec.	Abstand d. Vorderfläche des Kolbens von der Mündung.	Temperatur der Luft.	Geschwindigkeit d. Schalles nach der Formel $333^m \sqrt{1+0.00375\,t}$.	Geschwindigkeit nach *Bernoulli's* Verfahren.
Freie Mündung . .	4	$60^c.2$	$25^m.5$	32^m	5^m	3^c	491.4	33.1	20°	$345^m.2$	325.3
	4	do.	do.	do.	do.	do.	490.6	33.1	do.	do.	324.7
	6	do.	do.	do.	do.	5^c	504.6	32.45	20°.5	do.	327.5
	32	do.	do.	do.	do.	3^c	495.6	33.16	do.	do.	328.6
	33	$29^c.1$	18^m	23^m	4^m	3^c	973.2	16.77	20°.3	do.	326.4
	34	do.	do.	do.	do.	do.	973.6	16.78	do.	do.	326.6
	38	$127^c.15$	62^m	74^m	8^m	do.	239.3	67.6	20°	$345^m.2$	323.7
	63	$62^c.2$	14^m	15^m	5^m	do.	487.4	32.9	9°	$338^m.5$	320.7
	63*bis*.	do.	do.	do.	do.	do.	494	32 4	do.	do.	320.1
Mündung, gedeckt mit Weifsblech . . .	8	$60^c.2$	$25^m.5$	32^m	5^m	do.	466.6	35.5	20°	$345^m.2$	331.28
	9	do.	do.	do.	do.	do.	463.4	36.3	do.	do.	336.4
	10	do.	do.	do.	do.	do.	467	35 95	do.	do.	335.77
Mündung einer Querflöte	13	61^c	$26^m.5$	30^m	15^m	3^c	474.4	33.15	do.	do.	314.15
	14	do	do.	do.	do.	5^c	476.6	33	do.	do.	314.5
Mündung, mit einer Bleiplatte verengt .	18	$60^c.2$	$25^m.5$	32^m	5^m	3^c	448	17.2	do.	do.	326
	19	do.	do.	do.	do.	do.	954	17.35	do.	do.	331.4
	20	do.	do.	do.	do.	do.	953.2	17.35	do.	do.	330.7

Alle Beobachtungen geben eine zu kleine Geschwindigkeit, und bei hohen und tiefen Tönen ist der Fehler nahe gleich groſs, welches beweiset, daſs er nicht von einer von den Wänden der Röhre verschluckten oder entwickelten Wärme herrührt, indem unter Voraussetzung dieses Einflusses er bei tiefen Tönen stärker seyn müſste, weil bei langsameren Schwingungen die störende Ursache länger wirken kann. Aber die allgemeinere und naturgemäſsere Theorie *Poisson's (Mém. de l'Acad.* 1817, *p.* 303) über die Bewegung der Luſt in Flötenwerken erregte einige Zweifel über die wahre Länge der halben Luftsäule, und ich wollte versuchen, ob man dieser Theorie gemäſs durch Messen des Abstandes der zwei auf einander folgenden Knoten nicht die Schallgeschwindigkeit näher kennen lernt. Die folgende Tafel enthält die Resultate der hierüber angestellten Versuche:

Beschaffenheit der Mündung.	Zahl des Versuches.	Länge der Pfeife.	Breite der Pfeife.	Tiefe der Pfeife.	Gröfse der Mündung.	Druck im Gasometer. Wassersäule.
Mit einer Bleiplatte verkleinerte Octavpfeife *)	30	60c.2	25m.5	32m	2m.25	3c
	31	do.	do.	do.	do.	do.
	35	29c.1	18m	23m	2m	do.
	36	do.	do.	do.	do.	do.
	39	127c.15	62m	—	4m	—
Durch einen grofsen Luftstrom zur Octav gebracht.	63	62c 2	14m	15m	5m	.3c
Gedeckte Pfeife. Ton 3.						
Mit einer Bleiplatte verkleinert, um den zweiten Ton hervorzubringen.	40	60c.2	25m.5	32m	5m	3c
	41	do.	do.	do.	do.	do.
	41 *bis.*	do.	do.	do.	do.	do.

*) Bei diesen Versuchen entdeckte ich eine merkwürdige
Flötenpfeife immer mehr vermindert, so gibt sie zuletzt
senkrecht auf die Mündung, während die Pfeife den
so geht der Ton in die Octav bleibend über. Erzeugt
Mundstückes von *Grenié*) den Grundton etwas stark, so
kann so die zwei ersten Töne einer offenen Pfeife recht
stromes noch die Gröfse der Mündung eine Störung
ren (die Pfeife war 60c lang, und gab das mittlere *ut*
ren eines Mundstückes verglich, zeigte sich ein schwaches
im anderen, wenn es stark ansprach. Der Ton einer
nicht genau um eine Octave verschieden, sondern dieser
wenigstens bei der von mir gebrauchten Pfeife.

Länge der schwing. Luftsäule nach *Bernoulli*.	Abstand der zwei Knoten.	Luftwärme.	Anzahl der Schwingungen in 1 Sec.	Geschwindigkeit des Schalles nach der Formel $333\sqrt{1+0.00375\,t}$.	Geschwindigkeit nach der *Bernoulli*'schen Methode.	Geschwindigkeit nach dem Abstande der 2 Knotenflächen.
16c.2	33.95	20°	990.4	345m.2	321	336.2
16c.1	34.18	do.	986	do.	317.1	336.6
8c.1	17.6	20°.3	1935.2	—	321.6	340.6
8c 08	17.52	20°	1927.2	do.	311.4	337.6
33c.85	71.6	do.	464.6	do.	314.5	332.6
17c.08	31.9	9°	984.7	338m.5	336.4	314.8
—	43.6	20°	757.2	345m.2	—	330.1
—	43.6	do.	762 6	do.	—	332.4
—	43.47	do.	761.3	—	—	331

Thatsache. Wenn man die Mündung einer beiderseits offenen
den Grundton eben so leicht als die Octave. Bläst man nun
Grundton gibt, als wie wenn man eine Kerze ausblasen will,
man dann mit einer anderen Pfeife (ich bediente mich eines
geht auch die Flötenpfeife in die tiefere Octave über. Man
gut vergleichen, indem weder die Geschwindigkeit des Luft-
bewirken. Es ist fast ganz genau einer die Octav des ande-
unserer Claviere. Nur wenn ich diesen Ton mit einem ande-
Schweben in dem einen, wenn das Mundstück schwach, und
offenen und der einer gleich langen gedeckten Pfeife sind
ist fast um ½ Ton höher als die Octave. Dieses zeigte sich

Die nach dem Abstande der Knotenflächen berechnete Schallgeschwindigkeit nähert sich also mehr der beobachteten. Merkwürdig ist es, daſs nach denselben Versuchen die Geschwindigkeit, nach der *Bernoull'*-schen Methode berechnet, von der beobachteten viel stärker abweicht. Dieses fand bei Pfeifen Statt, deren Dimensionen den guten Orgelpfeifen gemäſs waren, während bei längeren, die den Grundton schwer geben, die geringste Vermehrung der Geschwindigkeit des Luftstromes den Ton in die Octav überschlagen macht. Daraus kann man schlieſsen, daſs man aus der Lage der Schwingungsknoten nach *D. Bernoulli's* Methode die wahre Schallgeschwindigkeit nicht genau finden kann, wenn auch die Dauer der Schwingungen der Luftsäule genau bekannt ist. Die Zahl 333^m, die ich für die Geschwindigkeit bei 0° annahm, ist das Mittel aus sehr vielen Versuchen, die wenig von einander abweichen. Ich habe mich durch Erfahrung überzeugt, daſs der Coefficient $\sqrt{1 + 0.00375\, t}$ die von der Ungleichheit der Temperatur abhängenden Variationen wenigstens zwischen 4° und 22° *C.* genau angibt. Ich fand z. B., daſs dieselbe Pfeife für dieselbe Abtheilung der Luftsäule bei 22° einen Ton gab, der 500 Schwingungen entspricht, während bei 4° der Ton auf 484.8 Schwingungen hindeutete, und die Formel gibt 484.2.

Schon vorhin ward die Meinung widerlegt, daſs die Wände der Pfeife auf die Temperatur der Luftsäule einen Einfluſs ausüben. Sollte nun denn die Schallgeschwindigkeit in einer cylindrischen isolirten Luftsäule kleiner seyn als in einem unbegrenzten Mittel, wie *Poisson* für feste Körper fand? Der Unterschied im Bau fester und flüssiger Körper macht diese Vermuthung nicht wahrscheinlich. Die Nichtübereinstimmung der Resultate der Theorie mit denen der Rechnung macht es viel

wahrscheinlicher, dafs die Vibrationen mit der Axe der Pfeife parallel erfolgen, und dafs in einer darauf senkrechten Richtung gar keine Bewegung Statt finde, welches bei der gewöhnlichen Einrichtung der Mündungen nicht der Fall ist, und auch von *Savart* bewiesen wurde. Ich bin sehr geneigt zu glauben, dafs die Knotenflächen, welche sich in offenen Pfeifen bilden, nicht dieselbe Gestalt haben, und auch nicht an demselben Platze sich befinden, wenn man auch nach Einschiebung des Kolbens denselben Ton erhält.

Ich wollte wissen, ob man zu einem genauen Resultate gelangt, wenn man die Erschütterung den Voraussetzungen der Theorie angemessener einrichtet, und setzte demnach die in einer einerseits geschlossenen Pfeife enthaltene Luftsäule durch eine Stimmgabel in Bewegung, deren Ton sich sehr genau angeben, und die sich durch Eintauchen in Quecksilber zum gehörigen Ton stimmen liefs. Da konnte man die Länge der Pfeife messen, und wie vorher die Geschwindigkeit des Schalls berechnen. Beim Anstellen dieser Versuche überzeugt man sich bald von der Richtigkeit der aus *Poisson's* Theorie fliefsenden Resultate, nach welchen eine Pfeife eine Menge von einander nur wenig verschiedener Töne geben kann, d. h. dafs man denselben Ton mit verschiedenen Pfeifen erhalten kann. Ich habe aber die dem stärksten Tone entsprechende Tiefe gewählt. Bei der Temperatur von 20° brachte ein elastischer Stab, der in einer Sec. 504 Schwingungen machte, eine Luftsäule von $33^{c}.2$ Länge in einer einerseits geschlossenen Pfeife am stärksten zum Schwingen. Wurde die Länge dieser Säule als halbe Concameration angesehen, so entsprach sie einer Geschwindigkeit von 343 statt $345^{m}.2$.

Ich liefs eine Kupferscheibe von 2 Centim. Durch-

messer an eine Zinke einer Stimmgabel anlöthen, und brachte dadurch ihren Ton um eine Terz und ¹/₄ Intervall herab; darauf bestimmte ich die dieser Modification des Instrumentes entsprechende Anzahl der Oscillationen, und als ich sie an der Mündung einer Pfeife, deren Tiefe ich nach Belieben ändern konnte, schwingen liefs, fand ich, dafs sie bei einer Tiefe von 22^{c}.9 den stärksten Ton gab. Diesem entsprach die Schwingungszahl 664.4. Nach der Theorie sollte die Tiefe 25.9 betragen. Demnach gibt auch dieses Erschütterungsmittel eine zu geringe Geschwindigkeit, und doch mufste es Schwingungen nach der Richtung der Axe der Pfeife erregen; doch rührt dieses wahrscheinlich davon her, dafs die Mündung durch den vibrirenden Stab mehr oder weniger verengt ist. Beim zweiten Versuch, wo ein elastisches Plättchen einen gröfseren Theil der Mündung schliefst, findet man wirklich eine gröfsere Differenz. Handelte es sich um die Vergleichung der Intensitäten mehrerer auf einander folgender Töne, so könnte man nach diesem Verfahren keine besondere Schärfe zu erreichen hoffen.

Aus den vorhergehenden Versuchen scheint bewiesen zu seyn, dafs sich die durch die Theorie angezeigte Relation zwischen der Geschwindigkeit des Schalls in der freien Luft und der Länge der schwingenden Luftsäule in einer Flötenpfeife nicht nachweisen lasse. Ich hatte noch einige andere Versuche, welche die Ursache dieser Discordanz darstellen sollten, im Auge, doch zog ich, um mich nicht von meinem Gegenstande zu weit zu entfernen, es vor, mich zu überzeugen, ob nicht der Fehler, wovon er immer herrühren mag, die Geschwindigkeit des Schalls in allen Gasen auf gleiche Weise afficire. Ein Mémoire von *Biot* *) über diesen Gegen-

*) *Bulletin de la Soc. philom.* 1816, *p.* 192.

stand benahm mir aber fast den Muth zu dieser Arbeit, indem ich daraus ersah, dafs, wenn man in dieselbe Pfeife successiv verschiedene Gase einbläst, sich die Luftsäule in sehr ungleich lange vibrirende Theile abtheilt; doch wollte ich das Hindernifs zu überwältigen suchen, da die Ursache jener ungleichen Abtheilung mir nicht klar genug erklärt zu seyn schien, und ich auf die Bestimmung des Gegenstandes meiner Untersuchung ein grofses Gewicht legte. Ich construirte demnach einen Apparat, der mir die Töne derselben Pfeife aufs Genaueste mit einander zu vergleichen erlaubte, und mit dem ich finden konnte, welche Verrückung die Knotenflächen erleiden, wenn man ein Gas mit dem anderen vertauscht. In der Vermuthung, dafs etwa ein ungleiches Anblasen auf das Resultat bei verschiedenen Gasen einen Einflufs haben konnte, suchte ich die Versuche möglichst mit einander vergleichbar zu machen. Die Flötenpfeife wurde in einem grofsen hölzernen, in- und auswendig mit Blei belegten Kasten angebracht, der den Luftdruck wohl aushalten konnte, und die Luft von einem Gasometer mit beständigem Druck erhalten. Das Gas ward vorläufig mittelst zerfliefsender Salze oder mittelst Ätzkalk gut ausgetrocknet. An einer Seite des Kastens trat das Windrohr ein, an der anderen waren drei Löcher angebracht, wovon eines mit einer Glasplatte verschlossen war, hinter der sich ein Thermometer befand. Das zweite communicirte mit einer weiten Glasröhre, die sich mittelst eines Schraubendeckels schliefsen liefs; durch das dritte endlich ging mittelst eines Lederfutters ein langer Stift, der zum Einführen des Kolbens in die Pfeife diente, und die Lage der Knotenflächen erkennen liefs. Nachdem der Kasten mittelst einer bleiernen, mit einer Luftpumpe verbundenen Röhre von Luft befreit war, wurde Gas eingefüllt, dann der Schraubendeckel geöff-

net, und das Gas unter Einwirkung des ganzen Luftdruckes zugelassen, welches die Pfeife zum Tönen bringen sollte, aber sich mit atmosphärischer Luft nicht vermengen konnte. Wenn der Grundton, welchen die offene Pfeife gab, bekannt war, wurde der Kolben, ohne daſs der Luftstrom und der Ton unterbrochen wurde, angewendet, und so weit in die Pfeife hineingeschoben, bis sich wieder der Grundton hören lieſs Da konnte man nun die Lage der Knotenfläche ausmitteln. Die Vorsichten, welche ich anwendete, um die Resultate vergleichbar zu machen, setzten mich in den Stand, auszumitteln, daſs gegen die Ansicht unseres gelehrten Collegen die Natur des Gases auf die Art der Abtheilung einer Luftsäule von derselben Länge keinen Einfluſs ausübe. Wollte man aus dem Abstande der Knotenfläche vom Mundloche die Geschwindigkeit des Schalles in dem betreffenden Gase bestimmen, so würde man noch gröſseren Fehlern ausgesetzt seyn, als nach den vorhergehenden Methoden, denn die Luftsäule ist da bei derselben Schwingungszahl kürzer, ungefähr so, als wenn man bei dem gewöhnlichen Verfahren die gegen die Mündung gekehrte Abtheilung als Basis der Untersuchung annehmen wollte. Es geschah selbst, daſs bei meinem Apparate bei gewissen Verhältnissen der Länge und Weite des Ausfluſsrohres die Knotenfläche fast in die Mitte der Pfeife fiel, und daher der Einfluſs aller äuſseren Theile dem der Mündung gleich kam. Die Ursache der ungleichen Länge der zwei Abtheilungen an beiden Seiten der Knotenfläche in einer offenen Pfeife, welche den Grundton gibt, liegt ohne Zweifel in der im Verhältnisse der Öffnung der Pfeife zu geringen Mündung derselben. Man sieht aus den Versuchen, von denen die Rede seyn wird, daſs jedes Hinderniſs, welches an der Seite der Öffnung auf die Bewegung der Luft wirkt, die Knoten-

fläche nach dieser Seite hinführt, mithin die schwingende Säule verkürzt. Kurz, so viel ist gewiſs, daſs bei den verschiedensten Gasen, wie z. B. bei Hydrogengas und Kohlensäuregas, die Knotenfläche genau an denselben Ort fällt. Ich sah diesen wichtigen Punct erst als ausgemacht an, nachdem ich ihn an sechs verschiedenen Gasen bewährt gefunden hatte. Ist er ins Reine gebracht, so ist es klar, daſs man nur die bei verschiedenen Gasen in derselben Pfeife beobachteten Schwingungszahlen zu suchen braucht, um die Verhältnisse der Geschwindigkeit des Schalles in diesen Gasen zu finden. Man könnte hieraus nach einer sehr einfachen Formel *) das Verhältniſs der spec. Wärme bei constantem Druck zu der unter constantem Volumen in allen Gasen berechnen. Für die atmosphärische Luft ist dieses Verhältniſs aus der Vergleichung der wirklichen Geschwindigkeit mit der nach *Newton's* Formel berechneten bereits bekannt. Die folgende Tafel enthält die Resultate der Untersuchung mit sechs verschiedenen Gasen, die man sich in hinreichender Menge verschaffen kann.

---

*) Bedeuten n und n' die Anzahl der Schwingungen in einer Secunde bei zwei Tönen derselben Pfeife, wovon die erste mit atmosphärischer Luft, die andere mit einem anderen Gas von der Dichte P (die der Luft = 1) anspricht; k das Verhältniſs der spec. Wärme in der zweifachen Beziehung für die Luft, k' dasselbe für das andere Gas, so hat man

$$n : n' = \sqrt{1 + 0.00375\, t}\,\sqrt{k} : \sqrt{\frac{1 + 0.00375\, t'\,\sqrt{k'}}{\sqrt{P}}}$$

wobei k' die einzige Unbekannte ist.

Name der Luftart.	Ton einer Pfeife von 60^c	Schwingungszahl in 1 Sec.	Temperatur.	Dichte des Gases.	Schallgeschwindigkeit bei 0° *C.* nach *Newton's* Formel.	Schallgeschwindigkeit bei 0° *C.* nach dem Tone der Pfeife	Verhältniſs der 2 spec. Wärmen.	Spec. Wärme bei const. Volumen.	Spec. Wärme bei const. Drucke.	Sp. Wärme bei constantem Drucke n. *Laroche* u. *Bérard.*	Temperaturerhöhung bei einer Verdichtung von $^1/_{267}$ bei 0° *C.* und $0^m.76$.
Atmosphäre . .	ut_1	500.4	22°	1	$279^m.29$	333^m	1.421	1	1	1	0°.421
Oxygengas . . .	$+\underline{si}_1$	474.9 475.2 474.5	21°	1.1026	266^m	317.17	1.415 1.417 1.413	1	1	0.976	do.
Hydrogengas .	$-si_3$	1883.6 1881	17°	0.0688	$1064^m.8$	1269.5	1.409 1.405	1	1	0.903	do.
Kohlensäuregas	$\underline{sol}_1$	393.18 392.68	22° 20°.5	1.524	$226^m.24$	261.6	1.337 1.340	1.249	1.175	1.258	0°.337
Kohlenoxydgas	$+ut_1$	501.3 503.07	15°	0.974	283^m	387.4	1.423 1.433	1	1	1.034	0°.423
Stickgas	$\underline{sol}_1$	392.7	20°.5	1.524	226^m	261.9	1.343	1.227	1.16	1.35	0°.343
ÖhlbildendesGas	$-\underline{si}_1$	466 9	16°	0.981	$281^m.99$	314	1.240	1.754	1.531	1.553	0°.240

Unter den Resultaten meiner Versuche weicht besonders das mit Hydrogengas erhaltene von dem meiner Vorgänger bedeutend ab. Die geringe Dichte dieses Gases macht die von einer zufälligen Beimengung eines anderen Gases oder selbst der Wasserdünste herrührenden Fehler ungemein grofs. Wird es mit aller möglichen Sorgfalt bereitet, um es rein zu erhalten, so gibt es einen um zwei Octaven höheren Ton als Sauerstoffgas. *Chladni* fand ihn nie höher als um eine Decime, oft nur um eine Octave. Die Zahlen von *Van Rees* sind zwar weniger fehlerhaft, und doch noch um $^1/_9$ kleiner, als es *Newton's* Formel verlangt, so dafs die Geschwindigkeit des Schalles in diesem Gase durch die Wärme vermindert zu seyn scheint, welches aber der Theorie widerstreitet *). Übrigens darf man nicht vergessen, dafs zur Bestimmung der in der achten Columne der vorhergehenden Tafel enthaltenen Zahlen nicht weniger als sechs numerische Coefficienten gebraucht wurden, nämlich: 1) die Intensität der Schwere; 2) das Verhältnifs der Dichte des Quecksilbers zu der des Wassers; 3) die Coefficienten der Ausdehnung der Gase und des Quecksilbers; 4) die Dichte der Gase; 5) die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft; 6) die Dauer der Vibrationen der Gassäule. Ein nur wenig bedeutender Fehler in einer dieser Gröfsen hätte auf den hier behandelten Gegenstand einen nachtheiligen Einflufs ausüben müssen.

Die Zahlen, welche das Verhältnifs der zwei spec. Wärmen angeben, sind bei allen Gasen gröfser als 1,

---

*) Nach *Young* und *Yvory* (*Lect. on nat. phil. Vol. II.*, *p.* 409; und *Phil. mag. T.* 1, *p.* 253) soll die Correction für die Geschwindigkeit des Schalles in allen Gasen gleich seyn. Aber aus dem Vorhergehenden sieht man, dafs schon bei einigen der hier untersuchten Gase diese Correction doppelt so grofs ist, als bei anderen.

und dieses mufs auch so seyn, weil man die spec. Wärme der Gase bei constantem Volumen als Einheit angenommen hat, und die zu derselben Temperaturerhöhung eines Gases nöthige Wärmemenge gröfser ist, wenn es sich ausdehnen kann, als wenn es immer dasselbe Volumen beibehält. So wäre z. B., wenn die zur Temperaturerhöhung einer Luftmasse von 1° nöthige Wärmemenge = 1 ist, in der Voraussetzung, dafs sie sich nicht ausdehnen kann, diese Wärmemenge, wenn die Luft ihr Volumen ändern kann, gleich 1.421, und die Zunahme des Volumen wird $^1/_{267}$ betragen, wenn man von 0° *C.* ausgeht. Wird die Luft ohne Wärmeverlust plötzlich auf ihr altes Volumen gebracht, so tritt eine Temperaturerhöhung ein, und diese kommt ganz auf Rechnung der Wärmemenge, welche das Volumen geändert hat, und die Luftmasse absorbiren würde, wenn sie sich ohne Temperaturänderung um $^1/_{267}$ ausdehnen würde. Die Zahl 0.421 wird das Mafs des thermometrischen Effectes seyn, den die Wärme, welche eine Compression von $^1/_{267}$ hervorbringt, bei constantem Volumen erzeugen würde. Auf solche Weise könnte man die durch Compression der Gase erzeugten Temperaturerhöhungen mit einander vergleichen.

Für Oxygen-, Hydrogengas und die atmosphärische Luft, d. h. für einfache Gase, gilt fast dasselbe Verhältnifs der spec. Wärme in der zweifachen Beziehung. Die kleinen Differenzen rühren ohne Zweifel von Beobachtungsfehlern her. Demnach erleiden diese Gase dieselbe Temperaturerhöhung, wenn sie eine gleiche Verdichtung erlitten haben. Ist es aber ausgemacht, dafs alle einfachen Gase unter constantem Drucke *) dieselbe

---

*) *Ann. de Chim. et de Phys. T.* 10, *p.* 406.

spec. Wärme haben, so ist es am natürlichsten anzunehmen, daſs die spec. Wärme dieser Gase auch bei constantem Volumen dieselbe ist, und daſs alle diese Gase bei gleicher Verdichtung dieselbe absolute Wärmemenge frei lassen. Bei anderen Gasen ist das Verhältniſs der zwei spec. Wärmen desto kleiner, je gröſser die Capacität derselben ist, und daſs demnach die in denselben durch eine bestimmte Verdichtung erzeugte Temperaturerhöhung desto geringer ausfällt, je gröſser die spec. Wärme ist. Man hat auch gefragt, ob nicht diese Temperatursunterschiede einzig von der Verschiedenheit der Capacitäten verschiedener Gase abhängen? Die Verhältnisse der Capacitäten, welche aus dieser Voraussetzung für die vier zusammengesetzten Gase hervorgehen, enthält die neunte Columne der vorhergehenden Tafel; berechnet man darnach die spec. Wärme unter constantem Drucke, so findet man Resultate, welche von den durch *Laroche* und *Bérard* gefundenen sehr wenig abweichen, wie die Columnen 10 und 11 zeigen *). Demnach gilt

*) Wenn die Verschiedenheit der thermometrischen Effecte, welche in allen Gasen bei derselben Verdichtung eintreten, bloſs von dem Unterschiede ihrer Capacität abhängt, so müssen die ihnen entsprechenden Temperaturveränderungen im verkehrten Verhältnisse mit den spec. Wärmen unter constantem Volumen stehen. So z. B. sind jene Veränderungen für atmosphärische Luft und Kohlensäuregas 0.421 und 0.337, und das Verhältniſs der spec. Wärme bei constantem Volumen findet man nach der Proportion

$$0.421 : 0.337 = x : 1 \quad \text{oder} \quad x = 1.249.$$

Vergleicht man aber die Capacität derselben Gase unter constantem Drucke, so findet man ihr Verhältniſs, wenn man 0.421 zu den zwei vorhergehenden Gliedern addirt.

für einfache und zusammengesetzte Gase das Gesetz: 1) daſs alle Gase, wenn sie bei derselben Temperatur und unter demselben Drucke stehen, und plötzlich um denselben Theil ihres Volumens zusammengedrückt oder ausgedehnt werden, gleich viel Wärme entwickeln oder absorbiren; 2) daſs die daraus hervorgehenden Temperaturveränderungen im verkehrten Verhältnisse zu ihrer spec. Wärme unter constantem Volumen stehen.

Hätten alle zusammengesetzten Gase unter constantem Volumen dieselbe spec. Wärme, wie *La Rive* und *Marcet* meinen, und rührten die von *La Roche* und *Bérard* bemerkten Differenzen bloſs von den ungleichen Wärmemengen her, welche die Erkältung eines Gases unter constantem Druck begleiten, so müſste mit den thermometrischen Effecten die umgekehrte Ordnung Statt finden. So z. B. müſste öhlbildendes Gas bei der Compression eine gröſsere Temperaturerhöhung erleiden, als atmosphärische Luft, während diese doch fast zwei Mal kleiner ist. Vielleicht wird man in der Folge dieses Gesetz nicht allgemein bewährt finden, allein die spec. Wärme unter constantem Druck war nur für die von mir untersuchten Gase bestimmt, und ich muſs erst meine Apparate so abändern, daſs ich auch mit andern Gasen Versuche machen kann. Ich muſste bei diesen neuen Versuchen eine Pfeife von 60 Centim. Länge und einen Kasten anwenden, der 100 — 120 Liter Flüssigkeit faſste, weil ich unter die Reihe der zu untersuchenden Gase

---

Wird die spec. Wärme unter constantem Drucke für die Luft = 1 gesetzt, so findet man diese Gröſse für Kohlensäuregas durch die Proportion

$$1.421 : 1.249 = 1 : x = 1.175.$$

Die übrigen Zahlen hat man auf gleiche Weise erhalten.

das Hydrogengas aufnehmen mufste, welches einen so hohen Ton gibt, dafs er bei einer kürzeren Pfeife nicht wahrnehmbar geworden wäre. Dabei konnte man jedes Gas nur ein Mal brauchen, so, dafs die Versuche nicht blofs mühsam, sondern auch kostspielig ausfallen mufsten. In der Folge kann ich mit kleineren Gasmengen arbeiten, weil es nicht mehr nothwendig ist, das Hydrogengas mit aufzunehmen, und die Töne der meisten übrigen Gase differiren höchstens um eine Quinte. Wenn ich auch noch andere Körper untersucht haben werde, werde ich hoffentlich die spec. Wärme anderer Gase ausmitteln können, die man noch nicht kennt. Ich mufs aber meinen Apparat auch so abändern, dafs ich die Änderungen in dem hier bestimmten Coefficienten durch Temperatur und Druck damit erforschen kann. Ich habe zwar schon mehrere, aber doch nicht hinlänglich viele Versuche zur Ausmittelung des Gesetzes angestellt, welches die spec. Wärme bei bekannten Druckänderungen befolgt. Diesen Gegenstand wird ein zweites Mémoire behandeln, wo ich auch die Gesetze der spec. Wärme zusammengesetzter Körper in Bezug auf ihre Zusammensetzung untersuchen werde. Die vier oben angeführten Beispiele stimmen mit dem in Bezug auf die Capacität zusammengesetzter Körper ausgesprochenen Gesetze *(Ann. de Chim. et de Phys. T. 10, p. 407)* überein, doch sind zur wahren Kenntnifs noch Beobachtungen über die Art der Combination bei der Verbindung der einfachen Gase nöthig. Ich will hier nur ein Gesetz erwähnen, das aber auch noch näher bestimmt werden mufs: Wenn die einfachen und zusammengesetzten Gase beim Verdichten unter gleichen Umständen gleich viel Wärme entwickeln, so müssen dieses auch die Dünste thun, wenn die Distanz der Theile vor und nach der Verdichtung

dieselbe ist, wie bei den Gasen. Von diesem Gesichtspuncte ausgehend, werden sie sich in das allgemeine Gesetz fügen, wie ich mich schon vor zwölf Jahren durch Versuche überzeugt habe, die ich aber zurückhielt, weil ich den Schlüssel dazu noch nicht in der Hand hatte. Ich werde diesen Gegenstand im zweiten Theile dieser meiner Arbeit aus einander setzen.

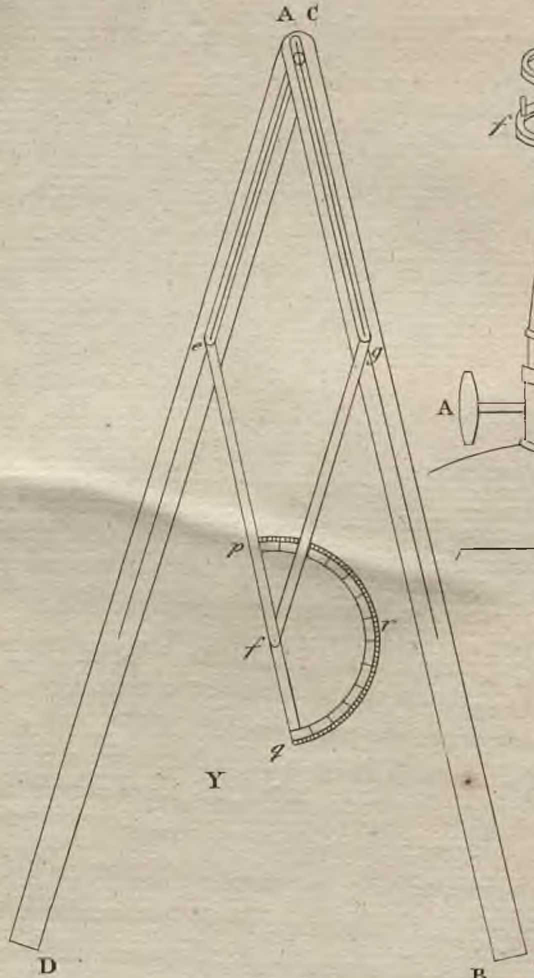


Fig. 19.

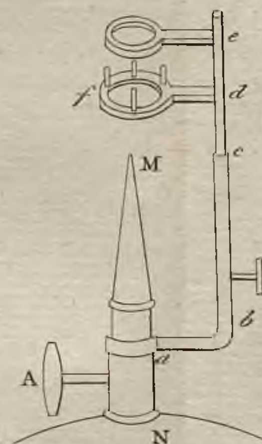


Fig. 18.

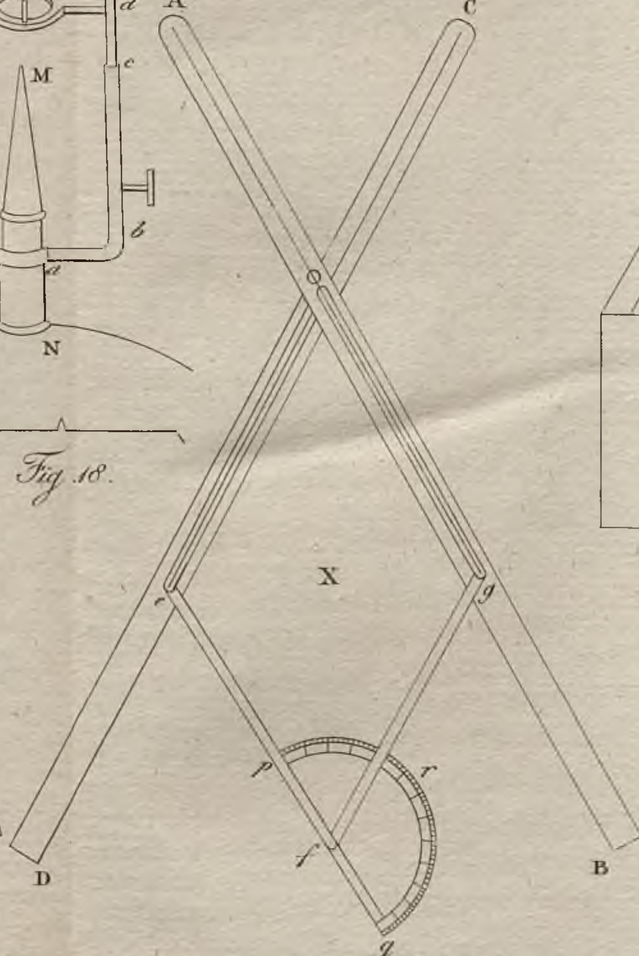


Fig. 16.

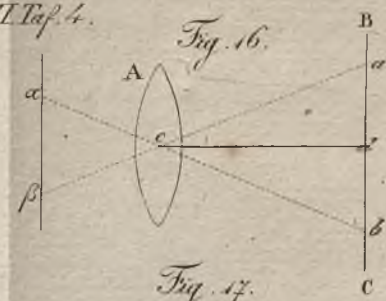
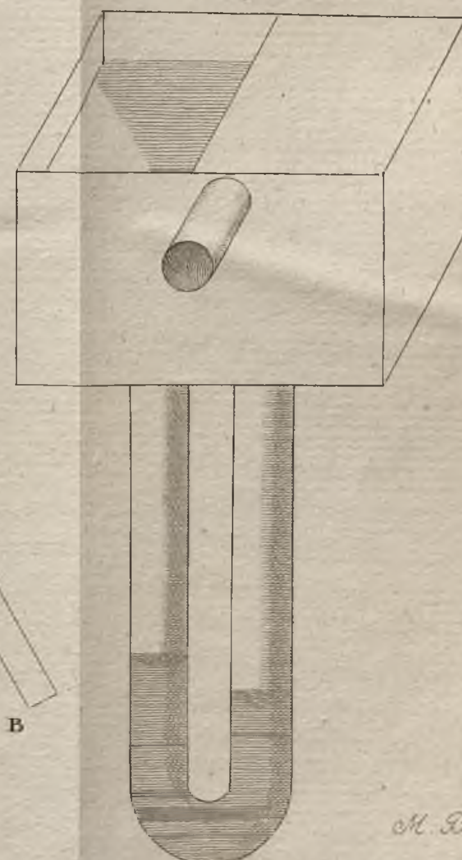


Fig. 17.



M. B. sc.